

Paula Cristina Antunes Teixeira

Licenciada em Matemática
Mestre em Ciências da Educação

Construindo novas ferramentas didáticas em matemática: professores, aula e recursos tecnológicos

Dissertação para obtenção do Grau de Doutor
em Ciências da Educação

Orientador:

Professor Doutor José Manuel Matos,
Professor auxiliar da Faculdade de Ciências e Tecnologia da
Universidade Nova de Lisboa



março, 2014

Construindo novas ferramentas didáticas em matemática: professores, aula e recursos tecnológicos

Copyright

Em nome de: Paula Cristina Antunes Teixeira;
Faculdade de Ciências e Tecnologia;
Universidade Nova de Lisboa.

A Faculdade de Ciências e Tecnologia e a Universidade Nova de Lisboa têm o direito, perpétuo e sem limites geográficos, de arquivar e publicar esta dissertação através de exemplares impressos reproduzidos em papel ou de forma digital, ou por qualquer outro meio conhecido ou que venha a ser inventado, e de a divulgar através de repositórios científicos e de admitir a sua cópia e distribuição com objetivos educacionais ou de investigação, não comerciais, desde que seja dado crédito ao autor e editor.

Agradecimentos

A escrita desta tese foi uma viagem demorada que exigiu coragem para não desistir, renúncia a outras opções que se foram apresentando e uma boa gestão de todo o tempo disponível. Teve início em setembro de 2008 e agora que estamos em março de 2014 está a chegar ao fim. Ao longo do percurso alguns familiares, amigos e colegas cruzaram-se comigo e deram o seu apoio. Nem todas as ajudas foram iguais, mas a seu tempo todas foram importantes e contribuíram para que o resultado final desta tese fosse mais rico.

Gostaria que todos aceitassem a escrita do seu nome aqui como um gesto simbólico do meu agradecimento.

Colegas, que participaram voluntariamente nas oficinas de formação, repartindo o seu tempo, pelas exigências das suas vidas familiares, das suas escolas que são muitas neste momento e pelo envolvimento na pesquisa reflexiva sobre os recursos tecnológicos que acompanham os manuais escolares de matemática.

Colegas, que participam nos seminários dos programas de mestrado e doutoral na Faculdade de Ciências e Tecnologia de Universidade Nova de Lisboa pelos seus contributos durante as apresentações do andamento da minha investigação.

Professor Jean-Baptiste Lagrange, que em agosto de 2008 para além de me ter incentivado a avançar com esta investigação mostrou-me a luz ao fundo do túnel para prosseguir os trabalhos no sentido da investigação dos recursos para professores.

Carlos Carvalho e Fernando Santos, cuja amizade e o caminhar a par nas suas investigações foram sempre um apoio nas fases de maior desânimo.

Conceição Costa, pela amizade, pelo acreditar no estudo, pelas propostas de artigos para a revisão de literatura e pela ajuda imprescindível na revisão final do texto.

Mária Almeida, pela amizade, pelas propostas de artigos para a revisão de literatura e pelo apoio incondicional num momento crucial da fase final do trabalho.

António José Almeida, pela amizade e pela grande ajuda nas formatações do texto final.

Cátia Borges pela amizade, pelo apoio na escola e pela revisão finalíssima do texto.

Raquel Teixeira, Rodrigo Teixeira e Ricardo Teixeira, os meus sobrinhos muito amados, que mesmo à distância foram uma fonte de inspiração inesgotável.

Lourdes Teixeira e Acácio Teixeira, que para além de mãe e pai foram os grandes amigos nas horas difíceis, que ouviram todos os lamentos e aceitaram sem reclamar o tempo que não lhes dediquei para concluir o estudo.

Luís Barreira, o namorado com infinita paciência, que me fez sempre sentir apoiada e segura para prosseguir “sem drama”.

António Domingos, para além do amigo foi a grande trave de apoio na preparação das oficinas de formação, na reflexão sobre as sessões de trabalho com os professores e pelo apoio incondicional num momento crucial da fase final do trabalho.

José Manuel Matos, o orientador amigo que esteve sempre ao meu lado, com a sua mente visionária acreditou desde do início no estudo e nas minhas capacidades para encontrar o quadro teórico que viria ajudar a interpretar os dados recolhidos.

Resumo

Nesta dissertação pretende-se contribuir para a compreensão do papel do professor na integração de novos materiais didáticos na sua prática pedagógica, em particular dos modos como desenvolvem e aplicam ferramentas didáticas para utilizar novos recursos tecnológicos (CD-ROMs e portais web).

Recorrendo ao paradigma da teoria da atividade, o problema central é a caracterização dos processos através dos quais os professores replicam, adaptam e improvisam tarefas com utilização dos recursos tecnológicos e envolve cinco objetivos:

1. Identificar os esquemas de utilização dos professores nas ações mediadas por estes recursos tecnológicos.
2. Identificar os tipos de interação entre os professores e estes recursos tecnológicos.
3. Identificar as orquestrações instrumentais que os professores utilizam quando trabalham com estes recursos tecnológicos.
4. Promover o desenvolvimento pessoal e profissional dos professores em contexto de formação contínua.
5. Refinar o protótipo de "uma ferramenta de análise de tarefas" para fornecer retorno aos professores.

Para atingir estes objetivos a investigadora no papel de formadora acompanhou professores de matemática do ensino secundário português na apreciação de tarefas didáticas envolvendo o uso de novos recursos tecnológicos e na análise dos retornos (feedback) dos desempenhos didáticos depois da sua implementação na aula. Este retorno foi obtido através dos seus pares, dos formadores e da reflexão dos professores sobre as ações desenvolvidas nas aulas que ocorreu durante as sessões das ações de formação. Foi utilizada uma metodologia de cariz interpretativo.

O estudo mostra que os professores planificam tarefas que integram os recursos tecnológicos e as aplicam nas aulas adequando-as aos ambientes tecnológicos das suas escolas. No entanto, revelam algumas dificuldades em interpretar os retornos.

Com base na análise dos dados foi desenvolvido um instrumento de apoio à construção de ferramentas didáticas complementando um outro proposto por Brigit Pepin e que pode ser usado na autoformação ou em ações de formação contínua.

Palavras-chave: recursos tecnológicos, esquemas de utilização, ferramentas, professor.

Abstract

This thesis aims to contribute to the understanding the teacher's role in integration of new didactical materials in his or her pedagogical practice, in particular the ways in which they develop and apply new teaching tools to use technological resources (CD- ROMs and web portals).

Using the paradigm of activity theory, the central problem is the characterization of the processes through which teachers replicate, adapt, and improvise tasks with use of technological resources and involves five objectives:

1. Identify utilization schemes of teachers in actions mediated by these technological features.
2. Identify the types of interaction between teachers and these technological resources.
3. Identify the instrumental orchestrations that teachers use when working with these technology resources.
4. Promote personal and professional development of teachers in the context of lifelong learning.
5. Refine the prototype of "a tool for task analysis" to provide feedback to teachers.

To achieve these objectives the researcher in the role of trainer accompanied Portuguese secondary mathematics teachers in the assessment of learning tasks involving the use of new technological resources and analysis of feedback of teaching performance after implementation in the classroom. This feedback was obtained from their peers, trainers and teachers' reflection on the actions in classes and occurred during the sessions of the training activities. A methodology of interpretive nature was used.

The study shows that teachers plan coordinated tasks that integrate technology resources and apply them in classes adjusting them to the technological environment of their schools. However, some difficulties in interpreting the returns are revealed.

Based on the data analysis we developed a tool to support the construction of didactical tools complementing another proposed by Brigit Pepin which can be used in self-training or continuing training actions.

Keywords: technological resources, utilization schemes, tools, teacher.

ÍNDICE GERAL

Tomo I

Folha de rosto.....	I
Direitos de cópia.....	II
Agradecimentos.....	III
Resumo.....	IV
Abstract.....	V
Índice Geral	VI
Índice de figuras.....	IX
Índice de quadros	X
Índice de anexos do Tomo II.....	XII
CAPÍTULO 1 - Introdução.....	1
1. Enquadramento teórico.....	2
2. Problema e objetivos.....	4
3. Organização da tese.....	5
4. Glossário.....	6
CAPÍTULO 2 - A teoria da atividade na integração de novos materiais didáticos no trabalho do professor.....	9
1. A génese instrumental.....	12
2. O significado de recurso didático.....	20
3. Os cenários de exploração didática.....	21
3.1. Tipos de orquestração instrumental.....	23
4. A interação entre o professor e os recursos através da génese instrumental.	29
5. A génese documental.....	30
6. Os materiais curriculares como artefactos.....	32
7. Os domínios do conhecimento mobilizados na interação entre o professor e os recursos.....	39
8. O retorno como uma ferramenta para o desenvolvimento profissional do professor.....	40

8.1. O nível das tarefas.....	43
8.2. Os níveis do processo e da automonitorização.....	48
9. Documentos, comunidades e génese profissional.....	50
9.1. Comunidades de prática.....	51
9.2. Comunidades de prática e génese documental.....	52
9.3. Documentos, comunidades de prática e génese documental.....	53
CAPÍTULO 3 - Metodologia de investigação.....	54
1. A natureza da investigação.....	54
2. As oficinas de formação como modelo para o desenvolvimento profissional.	56
2.1. As oficinas de formação.....	58
3. Os participantes.....	61
4. As técnicas de recolha de dados.....	62
5. A análise dos dados.....	63
CAPÍTULO 4 - Os processos de instrumentação e os processos de instrumentalização	65
1. Os processos de instrumentação e instrumentalização da génese instrumental.....	67
1.1. Do artefacto tecnológico aos professores – o processo de instrumentação.	67
1.2. Dos professores ao artefacto tecnológico – o processo de instrumentalização.....	76
1.3. Do artefacto tecnológico ao instrumento.....	80
2. Os processos de instrumentação e instrumentalização da génese documental.....	82
2.1. Do artefacto produzido aos professores – o processo de instrumentação...	83
2.2. Dos professores ao artefacto produzido – o processo de instrumentalização.....	89
2.3. Do artefacto produzido ao documento.....	106
CAPÍTULO 5 - Os esquemas sociais envolvidos nos processos de instrumentação e de instrumentalização.....	111
1. Episódio 1 – O poder dos manuais e os cenários de exploração didáctica.....	111
2. Episódio 2 – O poder dos manuais e a aplicação dos recursos tecnológicos.	113
3. Episódio 3 – O poder da experiência profissional e a aplicação dos recursos tecnológicos.....	114
4. Episódio 4 – O poder do cumprimento dos programas e os cenários de	115

exploração didática com recursos tecnológicos.....	
5. Episódio 5 – Um exemplo de rotura com o esquema social instituído.....	116
CAPÍTULO 6 - Contributo para o refinamento da ferramenta catalítica.....	118
1. Apresentação do inventário para a análise de tarefas.....	120
2. Refinamento do inventário para a análise de tarefas e automonitorização de ações.....	123
CAPÍTULO 7 – Considerações finais.....	126
1. O estudo e a teoria da atividade.....	127
2. Resposta aos objetivos.....	128
3. Limitações do estudo.....	133
4. Questões de investigação em aberto.....	133
REFERÊNCIAS.....	136
ANEXOS.....	149

Índice de figuras

Figura n.º 2.1. Hattie e Timperely – modelo de <i>retorno</i> para melhorar a aprendizagem..	10
Figura n.º 2.2. Triângulo da mediação de Vygotsky.....	13
Figura n.º 2.3. A <i>gênese instrumental</i> como a combinação de dois processos (Trouche, 2004, p. 289).....	19
Figura n.º 2.4. Componentes de um <i>cenário de exploração didática</i> (Drijvers e Trouche, 2008, p. 382).....	22
Figura n.º 2.5. Um recurso pedagógico em progresso (Drijvers e Trouche, 2008, p. 384).....	23
Figura n.º 2.6. <i>Gênese instrumental</i> , a partir de recursos virtuais para os pronto-a-usar recursos integrados na prática dos professores (Drijvers e Trouche, 2008, p. 384).....	29
Figura n.º 2.7. Representação esquemática da <i>gênese documental</i> (Gueudet e Trouche, 2012, p. 26).....	31
Figura n.º 2.8. <i>Ferramenta catalítica</i> em relação aos níveis de <i>retorno</i> , conceção e execução da tarefa (Pepin, 2012, p.139).....	43
Figura n.º 4.1. O <i>processo de instrumentação</i> da <i>gênese instrumental</i>	67
Figura n.º 4.2. Página de abertura da plataforma BRIP (acedida em abril de 2012).....	75
Figura n.º 4.3. Página de abertura da Plataforma de Apoio Digital (acedida em abril de 2012).....	75
Figura n.º 4.4. O <i>processo de instrumentalização</i> da <i>gênese instrumental</i>	76
Figura n.º 4.5. Os <i>processos de instrumentação</i> e de <i>instrumentalização</i> da <i>gênese instrumental</i>	81
Figura n.º 4.6. O <i>processo de instrumentação</i> da <i>gênese documental</i>	83
Figura n.º 4.7. O <i>processo de instrumentalização</i> da <i>gênese documental</i>	89
Figura n.º 4.8. Os <i>processos de instrumentação</i> e de <i>instrumentalização</i> da <i>gênese documental</i>	107
Figura n.º 4.9. Componentes dos <i>cenários de exploração didática</i> das oficinas de formação.....	108
Figura n.º 5.1. Imagens do vídeo da Academia Khan sobre a introdução dos princípios de equivalência para a resolução de equações do 1.º grau.....	116
Figura n.º 6.1. Objetivos e níveis da ferramenta catalítica a refinar.....	119

Índice de Quadros e Tabelas

Quadro n.º 2.1. Tipos de orquestração instrumental.....	27
Quadro n.º 3.1. Categoria e tempo de serviço.....	61
Quadro n.º 3.2. Número de professores participantes por categoria profissional em cada oficina de formação.....	61
Quadro n.º 4.1. Recursos tecnológicos analisados por grupos de professores em cada oficina de formação.....	68
Quadro n.º 4.1. Recursos tecnológicos analisados por grupos de professores em cada oficina de formação (continuação)	69
Quadro n.º 4.2. Síntese dos <i>esquemas de utilização da génese instrumental</i>	81
Quadro n.º 4.3. Formas de interação dos professores com os recursos na oficina de formação A.....	84
Quadro n.º 4.4. Os tipos de <i>orquestrações instrumentais</i> dos CED da oficina de formação A.....	85
Quadro n.º 4.5. Formas de interação dos professores com os recursos na oficina de formação B.....	86
Quadro n.º 4.6. Os tipos de <i>orquestrações instrumentais</i> dos CED da oficina de formação B.....	86
Quadro n.º 4.7. Formas de interação dos professores com os recursos na oficina de formação C.....	87
Quadro n.º 4.8. Os tipos de <i>orquestrações instrumentais</i> dos CED da oficina de formação C.....	88
Quadro n.º 4.9. Síntese dos <i>esquemas de utilização da génese documental</i>	108
Quadro n.º 4.10. Síntese, por categoria, do foco dos retornos sobre o desempenho didático por oficina de formação.....	109
Quadro n.º 6.1. Inventário para a análise de uma tarefa segundo Pepin.....	121
Quadro n.º 6.2. Tipos de retorno e relação com a atividade segundo Pepin	122

Quadro n.º 6.3. Inventário para a análise de um artefacto produzido com um recurso tecnológico para as ações em aula.....	124
Quadro n.º 6.3. Inventário para a análise de um artefacto produzido com um recurso tecnológico para as ações em aula (continuação).....	125

Tomo II

Índice de Anexos

Anexo n.º 1 – Grelha para a caracterização dos recursos tecnológicos.

Anexo n.º 2 - Componentes dos cenários de exploração didática construídos nas três oficinas de formação.

Anexo n.º 3 - Guião para a elaboração do relatório final da ação de formação.

Anexo n.º 4 - Retorno dos professores sobre o seu desempenho didático e a sua categorização.

CAPÍTULO 1

Introdução

Este estudo integra a área de investigação em educação matemática dedicada ao trabalho do professor como mediador de materiais didáticos com a finalidade de os integrar na sua prática letiva. O seu contributo para a investigação foca-se na interação dos professores de matemática com uma nova tipologia de recursos didáticos da autoria das editoras que recentemente complementa o tradicional manual escolar. Estes novos recursos pelas características do seu suporte (plataforma digital e CD-ROM) são modelados pelo conhecimento profissional do professor em particular na vertente da integração da tecnologia na preparação da aula e na prática com os alunos.

A utilização que os professores fazem do manual é determinante na passagem do currículo apresentado ao modelado pelos professores (Gimeno, 1998). Ainda, nos níveis de intervenção sobre o currículo definidos por Gimeno a passagem do currículo prescrito ao modelado pelos professores na seleção e conceção de tarefas não acontece por decreto.

Os manuais de matemática são atualmente acompanhados de recursos tecnológicos disponibilizados em plataformas digitais e CD-ROMs. Naturalmente aceita-se que o manual desempenha um papel importante na preparação das aulas. Tradicionalmente, os manuais permanecem como recursos centrais para o ensino da matemática na maioria dos países (Gueudet, Pepin e Trouche, 2012). No entanto, outros tipos de recursos, em especial os recursos tecnológicos, são cada vez mais utilizados. A investigação tem revelado que a integração das novas tecnologias nas aulas tem sido acompanhada por processos internos e externos à atividade dos professores. Compreender os processos através dos quais os professores replicam, adaptam e improvisam as tarefas dos manuais escolares que utilizam recursos tecnológicos é a motivação central deste trabalho.

Os estudos de Abboud-Blanchard e Lagrange (2006) mostram que existem duas dimensões na forma como os professores utilizam a tecnologia: a dimensão pessoal e a dimensão profissional. A *dimensão pessoal* está relacionada com a preocupação dos professores na atividade com as tecnologias no contexto de uso pessoal, bem como no contexto da preparação de aulas. A dimensão profissional resulta da apropriação pessoal do *software* e a sua incorporação em aula. Um artefacto complexo (Rabardel, 1995) como a folha de cálculo ou um *software* de geometria dinâmica, não é constituído diretamente num instrumento utilizado com os alunos.

Interessa perceber que recursos conseguem influenciar os professores e, consequentemente, os processos pelos quais os professores usam, interpretam e transformam o currículo. Quais os determinantes que influenciam a transformação? Que condições e contextos podem ter impacto nesses processos de transformação?

Desde o ano 2000 que se tem assistido a um progresso considerável na construção de uma teoria relacionada com a utilização que os professores de matemática fazem dos recursos que acompanham o currículo (Adler, 2000; Brown, 2009; Gueudet e Trouche de 2009; Remillard, 2005).

Os investigadores concordam que o processo de utilizar um recurso do currículo não é direto, a aplicação de um currículo envolve uma interação entre o professor e o recurso.

Este estudo assenta no pressuposto de que o que os professores fazem com os recursos do currículo interessa para a compreensão do seu desenvolvimento profissional. Os professores são os atores centrais no processo de transformar ideais curriculares em tarefas matemáticas, planos de aula e recomendações pedagógicas, em eventos em sala de aula reais. No entanto, a construção de novos recursos pedagógicos requer tempo e experiência. “Se dermos aos professores tecnologia matemática, como redes, mas não providenciarmos experiências de aprendizagem personalizadas e suporte, não devemos ficar surpreendidos quando eles preferirem apanhar a sua matemática e o seu peixe pedagógico com as mãos” (Zbiek e Hollebrands, 2008, p. 288). Este estudo foca-se pois nestes processos de desenvolvimento curricular que dão forma ao conhecimento profissional do professor.

1. O enquadramento teórico

A construção de documentos pelos professores é suportada nos conceitos desenvolvidos na teoria da atividade (Leont’ev, 1979; Vygotsky, 1978; Luria, 1976). Através desta teoria é possível estudar a *génese documental*, isto é, os processos através dos quais o professor transforma os recursos didáticos em documentos e assumindo que a atividade de ensinar é particularmente explicável através da mediação entre o sujeito (o professor) e o objeto da sua atividade (o ensino do aluno). O modelo sugerido de sistema de atividade também destaca as relações sujeito- relações com a comunidade - relações comunicativas - como um aspeto integrante dos sistemas de atividade. Neste modelo podem distinguir-se dois processos básicos que caracterizam a atividade humana, a *internalização* e a *externalização*. Um sistema de atividade começa com uma ênfase quase exclusiva na internalização, ou seja, na socialização e treino dos mais novos para se tornarem membros competentes das atividades de rotina. Enquanto, a externalização criativa ocorre em primeiro lugar na forma de inovações discretas individuais. Dito de outro modo, a *internalização* é a reprodução da cultura; e a *externalização* é a criação de novos artefactos que tornam possível a transformação cultural. Estes dois processos são inseparáveis.

As raízes da *génese documental* assentam em duas vertentes teóricas distintas: a teoria sociocultural da ação mediada (Wertsch, del Rio e Alvarez, 1995) e a teoria da aprendizagem situada (Lave e Wenger, 1991), ambas inspiradas no trabalho de Vygotsky (1978) e com o mesmo foco da teoria da atividade, a ênfase na mediação da ação humana através de artefactos culturais. O ponto de partida da teoria sociocultural da ação mediada é a ideia vygotskiana de mediação do comportamento por sinais e outros artefactos culturais, reforçada e enriquecida em 1982 por Bakhtin com as noções de linguagem social, género, fala e voz (Wertsch, 1991), e para isso, a unidade de análise apropriada é a ação mediada (Wertsch, 1995). O foco está no desempenho de ações individuais num cenário sociocultural.

A teoria sociocultural da ação mediada apresenta alguns problemas quando o objetivo é compreender o contexto. Os indivíduos agem em práticas coletivas, comunidades e instituições. Tais

práticas coletivas não são redutíveis a somas de ações individuais e exigem uma concetualização teórica própria. Quando a ação individual é a unidade privilegiada de análise, a prática coletiva só pode ser adicionada como um invólucro mais ou menos externo. A conduta humana tende a aparecer como uma sequência de objetivos e intencionados atos de atores racionais (Engeström, 1999, p. 11). Esta visão dificulta a análise das relações entre os motivos coletivos e as metas individuais. Wertsch viu no conceito de atividade de Leont'ev uma forma muito produtiva de solucionar este problema e destaca que "a noção de um ambiente de atividade e a sua motivação fornecem um meio para se relacionar socialmente, institucionalmente e individualmente fenómenos psicológicos" (Wertsch, 1985, p. 215).

A outra vertente importante da teoria da atividade é a aprendizagem situada defendida por Lave e Wenger (1991). O conceito central e a unidade de análise é aqui a comunidade de prática. Apesar de reconhecer a importância dos meios de mediação, esta unidade é decididamente mais ampla do que a ação individual. Além disso, a prática e o trabalho orientado por um objeto são investigados como um par com interação e comunicação mediada por sinais¹. Pode dizer-se que a comunidade de prática faz parte de uma unidade espacial mais ampla e abrangente de análise da ação mediada.

Os conceitos definidos nesta dissertação surgem do campo da psicologia ergonómica (ergonomia cognitiva) (Leplat, 1997). Este desenvolvimento trouxe para a teoria da atividade as distinções fundamentais entre, por um lado, sujeito e situação e, por outro lado, ação e atividade. A ação corresponde ao objetivo que se deve alcançar tendo em conta um duplo sistema de determinantes relacionados com o sujeito ou relacionados com a situação. A *atividade* é definida através de um modelo com três níveis: o *motivo* para a atividade do sujeito, o *objetivo* da sua ação e, por último as *operações* que se concretizam para se realizar a ação em determinadas condições (Leont'ev, 1979).

O desenvolvimento da teoria da atividade permitiu caracterizar a dimensão construtiva da atividade do sujeito. Samurçay e Rabardel (2004) em particular, introduziram a dialética entre a atividade produtiva e a atividade construtiva: através das suas ações, o sujeito modifica a situação (recorrendo a materiais ou de uma forma simbólica), mas também se muda a si mesmo, ou seja, ele desenvolve o seu conhecimento ou constrói um novo (Samurçay e Rabardel, 2004; Pastre e Rabardel, 2005).

Ainda alinhado com a teoria da atividade pode-se caracterizar o enquadramento de possíveis abordagens locais para a definição de interesses comuns, preocupações e suposições quanto ao uso de artefactos num determinado contexto sociocultural. Engeström (1999) define a atividade ou a prática como a unidade de análise para a teoria da atividade, e não a atividade individual. Este autor defende que o processo de transformação social inclui a análise da estrutura do mundo social, tendo em conta a natureza conflituosa da prática social. Ele define instabilidade (tensões internas) e contradição como a "força motriz da mudança e desenvolvimento" (Engeström, 1987) e as transições e reorganizações dentro e entre os sistemas de atividades como parte da evolução. Não é apenas o sujeito, mas o meio ambiente, que é modificado através da atividade mediada. Ele define a

¹ No original "signs".

"apropriação reflexiva de ferramentas e modelos avançados" como "saídas para as contradições internas" que resultam em novos sistemas de atividade (Cole e Engeström, 1993).

A dimensão dialética produtiva-construtiva permite estudar a atividade associada à utilização que os professores fazem das tarefas com recursos tecnológicos.

2. Problema e objetivos

Nesta dissertação pretende-se contribuir para a compreensão do papel do professor na integração de novos materiais didáticos na sua prática pedagógica, em particular a sua interação com uma nova tipologia de recursos tecnológicos (plataformas digitais e CD-ROMs) propostos por editoras dos manuais escolares.

O problema central desta tese é:

- Quais são os processos através dos quais os professores replicam, adaptam e improvisam tarefas com utilização dos recursos tecnológicos que acompanham os manuais escolares de matemática?

O estudo envolve cinco objetivos, os quatro primeiros diretamente relacionados com a preparação de aulas com a utilização dos recursos didáticos anteriormente apresentados e as técnicas de integração destes em aula, desenvolvidos no contexto de uma modalidade de formação contínua. Pretende-se pois:

1. Identificar os esquemas de utilização dos professores em ações mediadas por estes recursos tecnológicos.
2. Identificar tipos de interação entre os professores e estes recursos tecnológicos.
3. Identificar as orquestrações instrumentais que os professores utilizam quando trabalham com estes recursos tecnológicos.
4. Promover o desenvolvimento pessoal e profissional dos professores em contexto de formação contínua.

Pretende-se, ainda, um quinto objetivo relacionado com o desenvolvimento de uma ferramenta de apoio à reflexão do professor sobre tarefas que envolvem recursos tecnológicos e às ações a monitorizar durante a sua aplicação em aula. Esta ferramenta pode usada individualmente ou em contexto de ações de formação contínua. Assim um último objetivo é:

5. Refinar o protótipo de "uma ferramenta de análise de tarefas" para acompanhar a tomada de decisões na génese documental do professor em tarefas que envolvem recursos tecnológicos.

Para atingir estes objetivos, a investigadora, no papel de formadora, em conjunto com um docente de educação matemática dinamizou ações de formação contínua, destinadas a professores do terceiro ciclo do ensino básico e do ensino secundário português (abrangendo os níveis do sétimo

ao décimo segundo anos). Duas decorreram durante o primeiro período (entre setembro e dezembro) do ano letivo de 2009/10 e uma terceira teve lugar durante o terceiro período (entre março e junho) do ano letivo de 2010/11. As oficinas foram dinamizadas em três locais diferentes nas duas primeiras participaram professores de Almada e do Seixal e na terceira participaram professores de Sesimbra e de Setúbal. A investigadora acompanhou as ações dos professores durante a análise dos recursos tecnológicos que acompanham os manuais, a seleção de tarefas de matemática dos manuais escolares que utilizam os recursos tecnológicos e o retorno depois da implementação das tarefas na sua prática.

Só, na fase de análise das produções dos professores às propostas nas oficinas de formação, a investigadora teve contato com o trabalho desenvolvido por Pepin (2012), a elaboração de uma *catalytic tool* para a análise de tarefas com a finalidade de fornecer retorno aos professores. A análise dos dados facultou uma apreciação desta ferramenta de análise de tarefas e indicou algumas pistas para a introdução de complementos com vista ao seu refinamento.

3. A organização da tese

Esta dissertação está dividida em sete capítulos. Após a introdução ao estudo, que constitui o primeiro e que contém os objetivos e um glossário, o segundo capítulo apresenta o quadro teórico no qual se ancorou a pesquisa para dar resposta ao problema central da investigação.

No capítulo 3 é definida a metodologia associada ao trabalho empírico, fundamentando as opções metodológicas adotadas.

Os capítulos 4 e 5 são referentes aos dados. No capítulo 4 respondem-se aos quatro primeiros objetivos e são apresentados os dados relativos aos trabalhos desenvolvidos com os professores nas oficinas de formação. Este capítulo começa com a caracterização das fases do trabalho realizado com os professores em contexto de formação contínua, em seguida são apresentadas e discutidas as produções recolhidas dos professores e o seu retorno sobre as aulas aplicadas. A discussão das produções dos professores é orientada para a caracterização dos processos que envolvem a interação dos professores com os recursos tecnológicos em estudo. No capítulo 5 são apresentados cinco episódios preconizados pelos esquemas sociais dos professores que sobressaíram das suas atividades nas oficinas de formação.

No capítulo 6 é apresentado o inventário para a análise de tarefas que faz parte da ferramenta elaborada por Pepin (2012) para providenciar retorno aos professores ao nível da tarefa, e respondendo ao quinto objetivo são propostos um complemento do inventário para tarefas com a utilização da tecnologia e um inventário para a automonitorização das ações do professor em aulas com essas tarefas.

No capítulo 7 são apresentadas as conclusões do estudo e realizadas algumas reflexões sobre o contributo para o melhoramento da ferramenta de análise de tarefas.

4. Glossário

Para facilitar ao leitor a compreensão de vocabulário específico usado nesta dissertação foi organizado um glossário de algumas definições que vão surgir nos capítulos seguintes que são sustentadas no quadro teórico.

Artefacto – Qualquer coisa que os seres humanos criam pela transformação da natureza e de si mesmos. A palavra artefacto é utilizada por Wartofsky (1979) em sentido amplo, como algo que está imbuído de significado e valor através da sua existência dentro de um campo da atividade humana. Inclui ferramentas como martelos, compassos, ábacos, softwares, mas também textos, fontes históricas, falas, gestos, filmes didáticos, exposições em centros de ciência, teorias matemáticas, e assim por diante.

Artefactos primários e secundários – Segundo Wartofsky (1979) a criação e a utilização de artefactos, como ferramentas, para a produção dos meios de existência constituem uma forma especificamente humana de ação. Os artefactos primários são os usados diretamente nesta produção. Os artefactos secundários são representações de modos de ações com os artefactos.

Cenário de exploração didática – Consiste na apresentação pelo professor de um conceito com os seus objetivos, os materiais para os alunos e um suporte de notas que o ajudam a ensinar o conceito na prática escolar. Por outras palavras, o cenário de exploração didática envolve tanto a gestão do conhecimento matemático de diferentes fases da situação como uma orquestração instrumental (com sucessivas configurações e os seus modos de exploração, de acordo com um determinado tratamento matemático e com os objetivos pedagógicos do professor).

Configuração didática – Componente da orquestração instrumental que representa a estrutura geral para o plano de ação, em particular a organização dos artefactos na aula.

Desempenho didático - Envolve as decisões assumidas pelo professor enquanto o ensino acontece: que pergunta colocar agora, como validar uma intervenção particular de um aluno, como lidar com um aspeto inesperado da tarefa matemática ou da ferramenta tecnológica, ou outros objetivos emergentes.

Documento - Associação do recurso material à ação do sujeito por utilização do mesmo (Trouche, 2012).

Esquemas de utilização – Esquema de organização da atividade com um artefacto associado à realização de uma dada tarefa (Rabardel, 1995).

Esquemas de uso – Esquemas orientados para a gestão do artefacto (por exemplo: ligar uma calculadora, ajustar o contraste de um ecrã de computador, distribuir o número de computadores disponíveis na aula pelos alunos) (Drijvers e Trouche, 2008).

Esquemas instrumentados de ação – Esquemas orientados para a realização de tarefas específicas (por exemplo: estudar o limite de uma função com o computador) (Drijvers e Trouche, 2008).

Esquemas sociais - São construídos e partilhados por um coletivo e podem dar origem à apropriação pelos sujeitos, mesmo durante um processo de formação.

Génese documental – Processo através do qual o documento é o resultado de uma construção pelo sujeito num coletivo, com base num determinado recurso material. É uma função das características dos recursos materiais, da atividade do professor, do conhecimento e crenças do professor e do contexto curricular.

Génese instrumental – Processo através do qual o instrumento é o resultado de uma construção pelo sujeito numa comunidade de prática, com base num determinado artefacto.

Instrumento - Associação do artefacto à ação do sujeito por utilização do mesmo.

Mediação - Destina-se a transmitir a ideia geral de que os artefactos são entidades intermediárias capazes de estabelecer ligações entre o utilizador do artefacto e o objeto para o qual a utilização do artefacto é dirigida (Rabardel, 1995).

Modo de exploração – Componente da orquestração instrumental associada às decisões do professor sobre a forma como uma tarefa será introduzida e as formas como o artefacto pode ser utilizado e sobre os esquemas e técnicas a serem elaborados e estabelecidos pelos alunos.

Oficina de formação – Em Portugal designa uma modalidade de formação contínua para professores em contexto, predominantemente realizada segundo componentes do saber-fazer prático ou processual. Pela sua natureza, a modalidade Oficina ajusta-se predominantemente à área da prática e investigação pedagógica e didática nos diferentes domínios da docência.

Orquestração instrumental – Componente do cenário de exploração didática representada pelos dispositivos que um professor organiza, com o objetivo de auxiliar as génese instrumentais dos alunos (Trouche 2003). Envolve uma configuração didática e os seus modos de exploração. Para Trouche (2005) é a integração da tecnologia em aula, enquanto para Bussi (1998) refere-se à coordenação dos diferentes diálogos que são produzidos entre aluno-aluno e professor-aluno.

Processo de instrumentação – Direcionado pela emergência e pela evolução das componentes do artefacto, por exemplo, o reconhecimento progressivo das suas potencialidades e restrições (Rabardel, 2002).

Processo de instrumentalização – Direcionado para a construção e desenvolvimento dos esquemas de utilização pelo sujeito (Rabardel, 2002).

Retorno – Informações fornecidas, oralmente ou por escrito, a um aluno por um agente (por exemplo, um professor, um colega, um livro, os materiais curriculares, pelo próprio, por uma experiência) sobre aspetos da sua aprendizagem, do seu desempenho ou da sua compreensão (Hattie e Timperley, 2007). O retorno é portanto uma consequência do desempenho.

CAPÍTULO 2

A teoria da atividade na integração de novos materiais didáticos no trabalho do professor

Os professores são os atores centrais no processo de transformação dos ideais curriculares, apresentados na forma de tarefas matemáticas, planos de aula e recomendações pedagógicas e transformados em reais eventos de sala de aula.

O que eles fazem com os recursos curriculares interessa.
(Lloyd, Remillard, e Herbel-Eisenmann, 2009, p. 3)

Nesta dissertação pretende-se identificar os processos através dos quais os professores replicam, adaptam e improvisam as tarefas com utilização dos recursos tecnológicos que acompanham os manuais escolares. Pelas suas características principais os objetos de estudo envolvidos assentam numa *dimensão instrumental* relacionada com o formato eletrónico dos recursos e numa *dimensão documental* associada ao trabalho dos professores na seleção de tarefas dos manuais e dos recursos tecnológicos que os acompanham, a sua adaptação ou elaboração de raiz para posterior aplicação nas turmas, a avaliação das aprendizagens realizadas pelos alunos e, finalmente a reflexão do professor sobre o trabalho desenvolvido.

A *dimensão instrumental* relaciona-se com a *génese instrumental* (Rabardel, 1995) desenvolvida no campo da didática da matemática por Artigue (2002), Ruthven (2002), Guin e Trouche (2002), nomeadamente, no ensino mediado pela tecnologia. Nesta dimensão discutem-se os conceitos de *mediação* e *artefacto* e os processos de *instrumentação* e *instrumentalização*, que constituem a *génese instrumental*, associados à construção de *esquemas de utilização* na ação mediada pelos *artefactos* (Rabardel, 1995).

A *dimensão documental* é definida pelo enquadramento teórico desenvolvido por Gueudet e Trouche (2012) denominado por *génese documental*² especificamente orientado para estudar a atividade dos professores e o seu desenvolvimento profissional. Nesta dimensão discutem-se as interações entre os professores de matemática e os recursos curriculares, e as suas consequências para o seu desenvolvimento profissional. Neste contexto são definidas as componentes dos *cenários de exploração didática*, em particular a *orquestração instrumental* utilizada por diferentes investigadores (Mariotti e Maracci, 2010; Trouche, 2008; Drijvers e outros, 2010; Drijvers, 2012; Tabach, 2011).

Os tipos de *orquestrações instrumentais* que os professores realizam quando utilizam os recursos tecnológicos que acompanham os manuais são também objeto de estudo nesta dissertação. Além disso interessa compreender o desenvolvimento profissional que ocorre quando os professores incluem estes recursos tecnológicos no seu ensino. Para Drijvers (2012) este desenvolvimento profissional é um processo de mudança, que envolve tanto o professor como a sua *génese instrumental* (Drijvers e Trouche, 2008) e a sua *génese documental* (Gueudet e Trouche, 2012).

² No original “*documentational genesis*”.

As produções orais e escritas dos professores foram o instrumento utilizado para obter os dados para esta dissertação. Esta opção liga-se com a investigação recente que propõe novas ferramentas para a recolha de dados sobre a aprendizagem, não só dos alunos, mas também dos professores no decurso do seu desenvolvimento profissional. Hattie e Timperley (2007) definem *retorno*³ como as informações fornecidas a um aluno por um agente (por exemplo, um professor, um colega, um livro, os materiais curriculares, pelo próprio, por uma experiência) sobre aspetos da sua aprendizagem, do seu desempenho ou da sua compreensão e argumentam que o *retorno* é uma das mais poderosas influências sobre a aprendizagem e a realização. Um professor ou um formador podem fornecer informações corretivas, um par pode fornecer uma estratégia alternativa, um livro pode fornecer informações para esclarecer ideias, um aluno pode procurar uma resposta que lhe permita avaliar a correção de uma resposta. O *retorno* é portanto uma consequência do desempenho. Para estes autores o *retorno* eficaz deve reduzir a discrepância entre o desempenho atual do aluno e o desempenho no sentido de uma meta ou objetivo. Para Hattie e Timperely as três perguntas do modelo da figura 2.1. estão ligadas e são todas necessárias para que uma aprendizagem significativa tenha lugar.

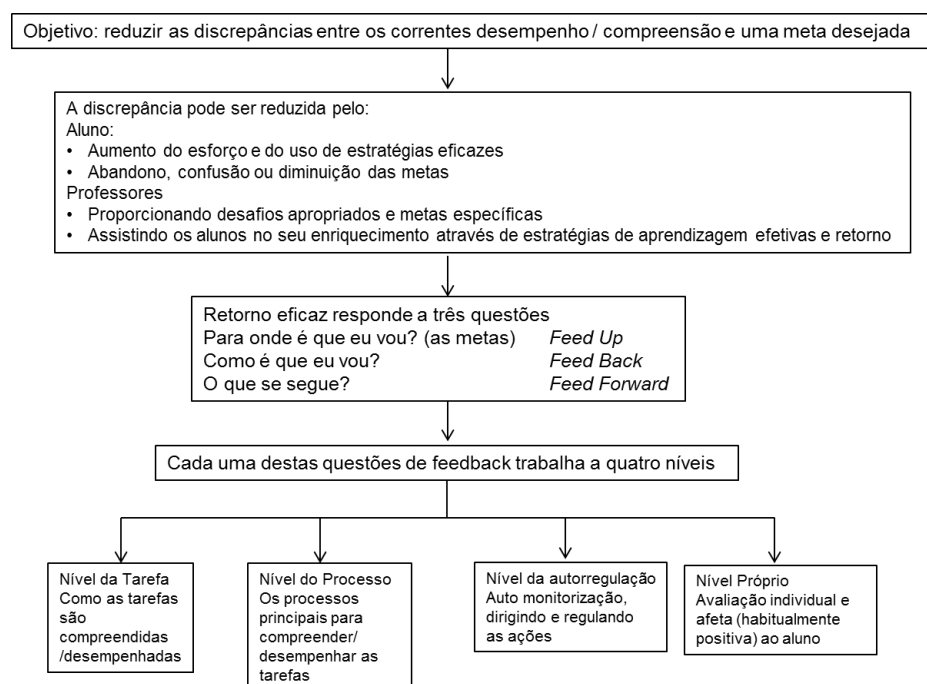


Fig. 2.1. Hattie e Timperely – modelo de retorno para melhorar a aprendizagem.

A segunda caixa do modelo sugere que para Hattie e Timperely a aprendizagem significativa depende tanto do aluno como do professor. O desempenho aumenta quando o aluno se esforça mais, quando o compromisso é elevado e quando este acredita que pode ter sucesso. Com efeito os alunos precisam de se envolver no processo e procurar as melhores estratégias para completar ou melhorar as tarefas. Uma das peças chave para que tal aconteça são as metas ou objetivos claros, quando o *retorno* liga com os objetivos e quando os alunos sabem como podem melhorar ou o que

³ No original “feedback”.

podem fazer em seguida. Daí a proposta das três questões do modelo da figura 2.1.. Um ambiente de aprendizagem ideal deve abordar cada uma dessas questões e estas podem ser abordadas por professores e por alunos.

As três questões trabalham a quatro níveis, o nível do *retorno* dado vai influenciar a eficácia.

O *retorno* sobre a tarefa: inclui o retorno sobre o quanto bem uma tarefa está a ser realizada, por exemplo, a compreensão das respostas corretas ou incorretas, ou a aquisição de mais informações. Este é um dos tipos mais comuns de *retorno* dado. Eficaz quando usado para corrigir interpretações erradas, quanto menos *retorno* é dado, melhor (por exemplo, indicar os passos de um tarefa que levariam à realização de uma aprendizagem de mais alto nível) pode interferir com a aprendizagem e realmente comprometer o foco no objetivo maior.

O retorno sobre o processamento de uma tarefa liga mais os processos que estão subjacentes ou relacionados com ela e estende-a. O *retorno* sobre o processo de uma tarefa fornece informações sobre as estratégias que ajudam os alunos a detetar erros, e a compreenderem o que estão a fazer. Este, por sua vez, pode ajudá-los a fornecer *retorno* para si. As sugestões são uma ferramenta útil para este tipo de *retorno*, estas podem ajudar na decisão dos alunos para rejeitar os erros e fornecer orientação para atingir a meta.

O *retorno* sobre a autorregulação “envolve uma interação entre comprometimento, controlo e confiança. Ele aborda a forma como os alunos monitorizam, dirigem e regulam as ações em direção ao objetivo de aprendizagem. Isso implica autonomia, autocontrolo, autodireção e autodisciplina” (Hattie e Timperely, 2007, p.93). Este tipo de retorno pode levar à procura e à aceitação do *retorno*. Os alunos que revelam mais dificuldades consideram este tipo de *retorno* como o mais difícil, pois raramente procuram ou incorporam informações para melhorar a sua aprendizagem. Os alunos melhores, por outro lado criam *retorno* interno e rotinas cognitivas enquanto estão envolvidos nas tarefas. Este tipo de *retorno* é muito mais sobre si e como eles podem usar métodos e processos para os ajudar a tomar decisões sobre a eficácia das tarefas. Neste seguimento, os alunos tornam-se mais experientes e conseguem olhar para o seu desempenho em mais dimensões. É importante ressaltar que eles sabem como e quando devem procurar e receber *retorno* de outras pessoas.

O *retorno* sobre o eu como uma pessoa é visto como o menos eficaz dos três níveis. Este tipo de *retorno* é muito mais centrado no aluno como pessoa, e contém pouca informação sobre a tarefa. Por exemplo, o *retorno* é muito mais pessoal. Este tipo de *retorno* só é útil se puder ajudar o aluno a alterar aspetos que terão um impacto positivo na aprendizagem, por exemplo, esforço ou compromisso. A informação dada a este nível, muitas vezes tem pouco impacto.

Hattie e Timperely (2007) delineiam os diferentes aspetos de um *retorno* em diferentes situações e discutem a sua eficácia. O modelo que propõem reúne alguns dos seus principais pensamentos sobre como o efeito do *retorno* deve funcionar. As três perguntas estão ligadas a quatro níveis, que ajudam a dar o adequado *retorno*. O que parece claro é que o *retorno* eficaz precisa de uma mistura de autorregulação, bem como do processamento de tarefas.

No estudo das *dimensões instrumental e documental* que suportam o quadro teórico desta dissertação são determinantes as componentes da abordagem *documental didática* (Gueudet e Trouche, 2012) e para esse efeito o *retorno* dos professores nos quatro níveis definidos por Pepin (2012). A autora distingue quatro níveis de *retorno* dos professores, a saber: o nível da tarefa, durante

o qual se analisam as características das tarefas matemáticas, o nível do processo, durante o qual o professor percebe e compreende para que servem as tarefas, o nível da automonitorização, relacionado com a confiança do professor no seu trabalho com ferramentas e tarefas matemáticas e o nível da autoavaliação, relacionado com a confiança do professor para o envolvimento em futuras e novas investigações.

Ancoradas nas conceções anteriores, Pepin (2012) concetualiza o *retorno* não apenas como *retorno* dos alunos, mas também de outras fontes, como por exemplo: os recursos curriculares e os pares. A recolha do *retorno* dos professores durante a sua atividade revela-se um instrumento poderoso não só pela importância dos seus relatos, mas também para lhes providenciar mecanismos que permitam melhorar o seu desempenho profissional.

A *dimensão documental* fundamenta o desenho de uma ferramenta de análise de tarefas com recurso à tecnologia propostas nos manuais através da qual se pretende providenciar *retorno* aos professores de matemática no sentido de melhorar a sua atividade profissional. Nesta dissertação pretende-se contribuir para a investigação em educação matemática e discutir uma elaboração específica da noção de *mediação* em relação ao uso de *artefactos* que contribuem para o desenvolvimento profissional do professor. Em particular, nas tarefas construídas pelo professor a partir de recursos curriculares que lhe são disponibilizados, em diferentes formatos, em especial, os manuais escolares e os recursos tecnológicos que os acompanham.

Nesta dissertação as produções dos professores são em fases diferentes da recolha dos dados, o resultado do *retorno* obtido dos materiais curriculares em estudo, os recursos tecnológicos que acompanham os manuais, em particular do seu formato e dos seus conteúdos e o *retorno* da aula que planificaram e do desempenho na sua aplicação com os alunos.

Por último, neste capítulo é ainda definida uma *dimensão associada* à génese profissional do professor ligada à recolha dos dados, realizada num contexto de formação contínua. O suporte teórico enquadra-se nos trabalhos de Jaworski (2006, 2008) sobre a teoria e a prática do desenvolvimento do ensino da matemática, bem como no desenvolvimento profissional dos professores de matemática e a sua relação com os professores de educação matemática. Servem ainda de suporte teórico, os trabalhos de Gueudet e Trouche (2012) sobre a génese documental para descrever o processo de seleção, criação e partilha de recursos. Consequentemente, os instrumentos para a recolha dos dados revestem-se de um conjunto de conceitos próprios que, por um lado, se interligam com aqueles que estão associados ao trabalho dos professores e às suas interações com os recursos curriculares e, por outro, se autonomizam num quadro teórico próprio que sustenta as opções assumidas na seleção dos instrumentos para a recolha dos dados.

1. A génese instrumental

Neste ponto discute-se o conceito de mediação segundo a tese de Vygotsky (1978), a figura 2.2. reproduzida em Cole (1996) representa as possibilidades para as relações sujeito-objeto. As relações são ou não mediadas, direta e, de certa forma natural, ou são mediadas através de artefactos culturais disponíveis. Cole (1996) sugere que o termo ferramenta seja mais apropriado como

subcategoria de artefacto. Nesta dissertação o conceito de ferramenta tem o significado de utensílio e o termo artefacto é algo que está imbuído de significado e valor através da sua existência dentro de um campo da atividade humana.

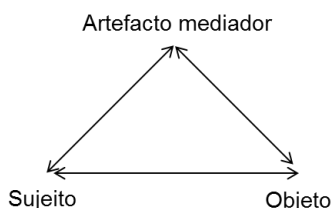


Fig. 2.2. Triângulo da mediação de Vygotsky.

A palavra *artefacto* é utilizada por Wartofsky (1979) em sentido amplo, apoiada na noção de "qualquer coisa que os seres humanos criam pela transformação da natureza e de si mesmos", incluindo ferramentas como martelos, compassos, ábacos, mas também textos, fontes históricas, falas, gestos, filmes didáticos, exposições em centros de ciência, teorias matemáticas, e assim por diante. O que é muito importante neste contexto é a caracterização que Wartofsky faz dos artefactos (ferramentas e linguagem) como a objetivação das necessidades e intenções humanas. Um aspecto que está muito perto da caracterização da atividade de Leont'ev (1978) como motivada pelos seus objetos. Ele salienta que os conteúdos cognitivos e afetivos estão interligados. Os "objetos" são o que motiva a atividade, um ponto que é importante ressaltar, porque o aspecto intencional tem sido negligenciado ou diretamente negado na pesquisa sobre a formação dos conceitos.

Wartofsky (1979) distingue os *artefactos* em primários, secundários e terciários. Como Wartofsky explica: "o que constitui uma forma especificamente humana de ação são a criação e a utilização de artefactos, como ferramentas, para a produção dos meios de existência e para a reprodução das espécies. (...) Os *artefactos* primários são os usados diretamente nesta produção; os artefactos secundários são os utilizados na preservação e transmissão dos conhecimentos adquiridos ou modos de ação ou práxis pela qual essa produção é realizada" (p. 202). Os *artefactos* secundários são representações de modos de ações com os artefactos. O que Wartofsky denomina por *artefactos* terciários pode muitas vezes ser uma evolução do artefacto secundário. Exemplos de artefactos de nível superior são as teorias matemáticas que organizam modelos matemáticos construídos como artefactos secundários.

A ideia de *artefacto* abrange vários tipos de objetos produzidos pelos seres humanos através dos tempos: sons e gestos, utensílios; formas de linguagem oral e escrita; textos e livros, instrumentos musicais; instrumentos científicos; ferramentas de tecnologias de informação e comunicação.

A *dimensão documental* do quadro teórico deste estudo assenta nas tendências recentes da investigação sobre o ensino e aprendizagem da matemática mediada por *artefactos*. Um dos desenvolvimentos da *teoria da atividade* relaciona-se com a *gênese instrumental* (Rabardel, 1995) desenvolvida no campo da didática da matemática por Artigue (2002), Ruthven (2002), Guin e Trouche (2002), nomeadamente, no ensino mediado pela tecnologia. A *gênese instrumental* foi inicialmente centrada na atividade do aluno, mas desenvolveu-se, mais recentemente, para incluir a *gênese instrumental* dos professores em ambientes tecnológicos (Lagrange, 1999; Artigue 2002;

Guin, Ruthven, e Trouche, 2005; Haspekian, 2008). No seguimento destes desenvolvimentos, Gueudet e Trouche (2012) distinguem um conjunto de conceitos associados à *gênese documental*, a saber: o trabalho documental, os documentos dos professores e os recursos/documentos didáticos.

Na *gênese documental* não se discute apenas o papel dos recursos didáticos através da análise do *artefacto* como tal. Gueudet e Trouche (2012) aprofundam o conceito de *artefacto* definindo a noção de *documento* como a construção de *esquemas de utilização* na ação dos professores mediada pelos recursos didáticos. Segundo aqueles autores, um aprofundamento do conceito de *artefacto* utilizado pelos professores pode ajudar a desenvolver mais profundamente o conhecimento das suas funções na educação matemática. No entanto, é apenas através da análise da utilização de um *artefacto* que se pode ser capaz de julgar adequadamente sobre as suas potencialidades e restrições.

A *mediação* através de *artefactos* e a sua relação com a cognição são neste quadro teórico conceitos estruturantes, pelo que se apresenta em seguida a discussão dos seus significados e a caracterização de outros conceitos adjacentes.

O termo *mediação* tornou-se presente na literatura atual sobre educação matemática em relação ao uso de *artefactos*, em particular, em relação à introdução de novas tecnologias nas aulas (Bussi e Mariotti, 2008). A partir da alegação de que é necessário superar a dicotomia entre os seres humanos e as tecnologias, a ligação entre o homem e os *media* passa a ser o objetivo básico. A utilização do termo destina-se a transmitir a ideia geral de que os *artefactos* são entidades intermediárias capazes de estabelecer ligações entre o utilizador do *artefacto* e o objeto para o qual a utilização do *artefacto* é dirigida (Rabardel, 1995). A noção de *instrumento* resulta da associação do *artefacto* à ação do sujeito por utilização do mesmo. Assim, a ideia de *mediação* tem sido utilizada para definir a potencialidade que um *artefacto* específico tem em relação ao processo de aprendizagem.

Rabardel (1995) distingue duas orientações para o conceito de *mediação*: “no sentido do objeto versus sujeito da mediação a que chama *mediação epistémica* em que o instrumento é um meio que permite o conhecimento do objeto; no sentido do sujeito versus o objeto uma *mediação pragmática* onde o *instrumento* é um meio de ação transformadora (em sentido amplo, incluindo monitoramento e controlo), dirigida para o objeto” (Rabardel, 1995, p. 72). Mas quando a *mediação* é inserida num contexto real as *mediações epistémica* e *pragmática* estão em constante interação na atividade. O *instrumento* não é apenas um intermediário, é um meio da ação e da atividade de modo mais geral. As ações são, obviamente, de natureza muito diferente: a transformação de um objeto físico com uma ferramenta de mão: *instrumento de equipamento*; uma tomada de decisão cognitiva, como por exemplo, a gestão de uma situação num ambiente dinâmico: *instrumento cognitivo* dinâmico; gestão da sua própria atividade: *instrumento psicológico*; interação semiótica com um objeto semiótico ou outro: *instrumento semiótico*.

O conceito de *mediação* envolve sempre um mediador consciente e intencional, alguém que toma a iniciativa e a responsabilidade do uso de um *artefacto* para mediar um conteúdo específico. No contexto do ensino e aprendizagem da matemática o mediador é o professor que introduz o uso de *artefactos* específicos para mediar as funções mentais superiores relevantes para a matemática (tais como por exemplo, a formação de conceitos científicos, o desenvolvimento do raciocínio lógico)

e para a apropriação do conhecimento matemático como parte do nosso património cultural. A *mediação* do professor não é dirigida a um objeto, mas para o aluno. O objetivo da *mediação* do professor é provocar a aprendizagem nos alunos, uma mediação consciente na qual participa ativamente, e de quem o sucesso da mediação depende. Dentro deste quadro, “os *artefactos* estão entre os elementos constitutivos das circunstâncias da mediação, que no entanto, não abrangem só *artefactos* materiais particulares, como, por exemplo, ferramentas tecnológicas, ou *artefactos* em geral primários, mas também *artefactos* secundários, como as representações e as ações com os *artefactos*, como os textos escritos ou orais que descrevem o funcionamento dos *artefactos* ou a sua utilização” (Wartofsky, 1979, p. 200).

Bottino e Chiappini (2002) enfatizam o facto de que os *artefactos* não só permitem, mas também limitam a ação do sujeito em relação ao objeto. “A introdução de um novo *artefacto* influencia as normas que regulam a interação do participante na atividade e os papéis que os participantes podem assumir” (p. 762). Deste modo, eles tratam alguns aspetos da complexidade das interações dentro da sala de aula, na interação entre pares especialmente mediada pelo *software*.

A construção e a utilização de *artefactos*, em particular *artefactos* complexos, é uma característica da atividade humana, mas ainda mais característica dos seres humanos parece ser a possibilidade da contribuição de tais *artefactos* para além do nível prático, por exemplo, a sua contribuição ao nível cognitivo (Bussi e Mariotti, 2008). Norman (1993) aponta exatamente para a dupla natureza do que ele chama de *artefactos cognitivos*: o caráter pragmático ou experiencial (ou seja, orientação para o exterior que permite a modificação do meio ambiente); e o caráter reflexivo (ou seja, orientação interna que faz os utilizadores inteligentes).

Uma característica fundamental dos *artefactos* é que eles podem ajudar as pessoas a atingir metas que podiam não ser capazes de realizar sem eles. Em muitos casos os seres humanos e os *artefactos* são inseparáveis. Wertsch (1998) ilustra a natureza inseparável desta relação através do exemplo da história da vara para o salto, demonstrando como a evolução tecnológica permitiu aos atletas saltar para novas alturas. É ridículo, segundo ele, a tentativa de considerar a tarefa do salto à vara, isolando a vara de salto ou o atleta, porque nenhum consegue exercer a atividade sem o outro. Em vez disso, os dois elementos devem ser considerados em termos de uma interação dinâmica.

Uma situação semelhante ocorre com os *artefactos cognitivos* como por exemplo as calculadoras. Como Pea (1985) observou, a capacidade de um indivíduo para realizar cálculos matemáticos complexos usando ferramentas como as calculadoras não pode ser entendida como uma capacidade mental isolada, uma vez que tais parcerias são caracterizadas pela “partilha” da capacidade funcional através de pessoas e ferramentas.

A contribuição de *artefactos* para a educação não é novidade; os livros são os principais *artefactos* utilizados nas escolas, mas também o papel, o lápis e o quadro negro. Mais geralmente, a transição do campo da prática para a do intelecto e vice-versa, pode ser considerada um dos motores básicos da evolução e do progresso. A passagem da forma oral para a forma escrita da língua foi a origem de uma grande mudança; a escrita pode ser simplesmente considerada uma forma de implementar a expressão oral, com a vantagem de que o que é dito pode ser registado. No que diz respeito à matemática, o uso da escrita pode estar relacionado com o nascimento do raciocínio

dedutivo no campo da geometria, com Thales como um dos seus pioneiros e Euclides o mestre (Bussi e Mariotti, 2008).

Os seres humanos têm produzido muitos *artefactos* suportados em representações de diferentes tipos, em particular os instrumentos científicos, por exemplo, o compasso. O uso de instrumentos como uma régua e um compasso são facilmente reconhecíveis na origem da geometria euclidiana clássica. A relação íntima entre o funcionamento do cérebro e a experiência do corpo (com ou sem instrumentos) mesmo na mais sofisticada e abstrata evolução da matemática é agora comumente reconhecida (Arzarello, 2006).

A relação entre *artefacto* e conhecimento pode ser expressa por *sinais*, culturalmente determinados, produzidos pelo desenvolvimento cultural e cristalizando o significado das operações realizadas com o *artefacto*. Numa perspetiva individual ou social pode-se falar sobre a relação entre o *artefacto* e o conhecimento como conhecimento recordado (segundo um indivíduo) ou conhecimento incorporado (de acordo com uma análise histórico-epistemológica de um *artefacto*). De facto, para o especialista os *sinais* podem ser evocados pelo *artefacto*, bem como pelo correspondente conhecimento. Por exemplo, a notação posicional e a notação polinomial de números podem ser evocados por um ábaco, do mesmo modo, “a régua e o compasso” podem ser evocadas pelo ambiente Cabri. Mas podemos dizer que a notação posicional é incorporada num ábaco, bem como a régua e o compasso geométricos estão incorporadas no ambiente Cabri (Cerulli, 2004). Os *sinais* que sobressaem de atividades com os *artefactos* são socialmente elaborados: em particular, eles podem ser intencionalmente utilizados pelo professor para explorar *processos semióticos*, visando orientar a evolução de significados dentro da comunidade-classe. Em particular, o professor pode orientar a evolução em direção ao que é reconhecido como a matemática, o que corresponde ao processo de se relacionar sentidos pessoais (Leont'ev, 1979) e significados matemáticos, ou conceitos espontâneos e conceitos científicos (Vygotsky, 1978).

Em termos de *mediação*, pode-se expressar este complexo processo da seguinte forma: o professor atua como mediador usando o *artefacto* para mediar o conteúdo matemático para os alunos. Não apenas no sentido do ato concreto de usar uma ferramenta para realizar uma tarefa, mas também no sentido destes novos significados, relacionados com a utilização efetiva de uma ferramenta, poderem ser gerados, e evoluírem, sob a orientação do professor.

A *mediação* da ação do sujeito através de *artefactos* é uma das noções estruturantes da *abordagem instrumental*. Na literatura, existem diversas definições do termo *abordagem instrumental*, alguns autores (Kieran e Drijvers, 2006; Monaghan, 2007) argumentam que existem duas teorias principais dentro da *abordagem instrumental*: a teoria que assenta na transposição para a educação matemática do trabalho que teve a sua origem na *ergonomia cognitiva* (Rabardel, 2002; Vérillon e Rabardel, 1995); e a teoria que constrói e utiliza noções da *abordagem antropológica* (Chevallard, 1999) e da *ergonomia cognitiva*. Nesta dissertação assumem-se os conceitos associados à teoria suportada na *ergonomia cognitiva*.

A *abordagem instrumental* de Rabardel baseia-se na distinção entre *artefacto* (um determinado objeto) e *instrumento* como um constructo psicológico. O *instrumento* não existe em si mesmo, torna-se um *instrumento* quando o sujeito se apropria de forma adequada, integrando-o na sua atividade. Em Trouche (2004) um *instrumento* é considerado como um órgão funcional formado

por uma componente de *artefacto* (um *artefacto*, ou parte dele que se mobiliza para a atividade) e uma componente psicológica. A construção deste órgão chama-se “*gênese instrumental* trata-se de um processo complexo, que requer tempo, e uma ligação com as características do *artefacto* (as suas potencialidades e as suas restrições) e com a atividade do sujeito (o seu conhecimento e o seu método anterior de trabalho)” (Rabardel, 1995, p. 135).

Rabardel define um *instrumento* como uma construção pessoal que os seres humanos podem desenvolver quando usam um *artefacto*. Um *instrumento* deste tipo em geral é composto por um material ou por um *artefacto simbólico* produzido pelo sujeito ou pelos outros e ainda, por um ou mais associados *esquemas de utilização*. Por vezes apenas uma parte de um *artefacto* complexo pode estar em foco e ser concebido de acordo com um determinado objetivo e, por essa razão, incorpora um conhecimento específico. Esta entidade mista nasce tanto do sujeito como do objeto. Para aquele autor é esta entidade que constitui o *instrumento* que tem um valor funcional para o sujeito (Rabardel e Samurçay, 2001). Trouche e Drijvers (2010) acrescentam que “um *instrumento* é desenvolvido se existe uma relação significativa entre o *artefacto* e o seu utilizador num determinado tipo de tarefa” (p. 673). Assim sendo, o *instrumento* é a construção do indivíduo, possui um carácter psicológico e está estritamente relacionado com o contexto dentro do qual o *esquema* se origina e o seu desenvolvimento ocorre.

A componente psicológica é definida através da noção de *esquemas*, inicialmente introduzida por Piaget (1936) e redefinida por Vergnaud (1998), “como uma organização invariante do comportamento para uma dada classe de situações”, uma entidade dinâmica funcional. Para se compreender a função e dinâmica de um *esquema* é necessário considerar todas as suas componentes: os objetivos e as previsões, as regras de ação, a compilação da informação, a tomada de controlo e as *invariantes de funcionamento*⁴. Estas representam o conhecimento implícito contido num *esquema*. Um *esquema* envolve três funções principais: a *função pragmática* (permite que o sujeito transforme uma situação e obtenha resultados), a *função heurística* (permite ao sujeito controlar e planear ações) e a *função epistémica* (permite ao sujeito compreender o que está a fazer).

Trouche (2004) introduz a noção de *gesto* e defende a importância de distinguir *gestos*⁵ de *esquemas* tal como Vergnaud (1998) os definiu. Ele argumenta que os *gestos* são a parte observável dos *esquemas*. Os *gestos* estão relacionados com a atividade, trata-se de comportamentos elementares que podem ser observados, enquanto o que não se vê está relacionado com o pensamento, formado pelas invariantes de funcionamento. Trouche ilustra esta ideia com a metáfora de um iceberg, onde os *gestos* são a pequena parte observável acima da superfície e os processos do pensamento são a maior parte escondida debaixo da superfície. Um *esquema* é o lugar psicológico da relação dialética entre *gestos* e invariantes de funcionamento, isto é, entre atividade e pensamento. “As *invariantes de funcionamento* envolvidas no *esquema* guiam os *gestos* e, ao mesmo tempo, a repetição desses *gestos*, num dado ambiente, instalam na mente um conhecimento particular” (Trouche, 2004, p. 286). Um exemplo do vestígio de um *esquema* pode ser encontrado na utilização da calculadora TI-89, para resolver um sistema de duas equações com duas incógnitas. Pode aparecer uma sequência de *gestos* realizados no teclado da calculadora, mas isso requer um

⁴ No original “*operative invariants*”

⁵ No original “*gestures*”

conhecimento considerável, todavia não necessariamente o mesmo para cada aluno. Nesta resolução o *esquema* é formado pelos *gestos* observados e pelo conhecimento envolvido nos *gestos* realizados.

Rabardel (1995) introduz a noção de *esquema de utilização* de um artefacto, e descreve-o como um esquema de organização da atividade com um *artefacto* associado à realização de uma dada tarefa. Drijvers e Trouche (2008) distinguem dois tipos de *esquemas de utilização*: *esquemas de uso* orientados para a gestão do artefacto (por exemplo: ligar uma calculadora, ajustar o contraste de um ecrã de computador, distribuir o número de computadores disponíveis na aula pelos alunos) e *esquemas instrumentados de ação*⁶, entidades voltadas para a realização de tarefas específicas (por exemplo: estudar o limite de uma função com o computador). Trouche (2004) chama a atenção para a surpresa que pode causar chamar *esquema de uso* a algo que pode aparecer com um simples gesto, ou seja, algo associado com as invariantes de funcionamento. No entanto, mesmo um simples gesto produz e resulta de algum conhecimento.

Rabardel e Samurçay (2001) definem esquemas sociais da forma seguinte: eles são construídos e partilhados por uma comunidade de prática e podem dar origem à apropriação pelos sujeitos, mesmo durante um processo de formação. Para estes autores um esquema é em si o produto de uma atividade de assimilação, em que o ambiente e os *artefactos* disponíveis desempenham um papel importante. Os *artefactos* envolvem sempre um elemento social, eles são produtos de uma experiência social. Deste ponto de vista é impossível distinguir, por um lado estruturas cognitivas (esquemas) e por outro lado, sistemas culturais. Os *esquemas* envolvem sempre uma parte social e a *génese instrumental* envolve sempre aspetos individuais e sociais.

A noção de *esquema social* é muito próxima da noção de *abstração situada*⁷ definida por Noss e Hoyles (1996) como uma construção complexa, sendo um produto da atividade, do contexto, da história e da cultura.

O equilíbrio entre os aspetos individuais e os sociais depende: de fatores materiais (a calculadora está mais associada ao trabalho individual enquanto que o computador conduz melhor ao trabalho em pequenos grupos se atendermos às características dos ecrãs destes dois materiais); da disponibilidade dos artefactos (os professores só podem usar computadores se as escolas os possuírem ou os alunos os puderem trazer de casa); e da atitude do professor para utilizar o artefacto e na integração deste em atividades de aula.

Do que se discutiu até aqui pode concluir-se que o instrumento é o resultado de uma construção pelo sujeito numa comunidade de prática, com base num determinado *artefacto*, através de um processo, a *génese instrumental*. Esta pode ser vista como a combinação de dois processos: um processo de *instrumentação* direcionado pela emergência e pela evolução das componentes do *artefacto*, por exemplo, o reconhecimento progressivo das suas potencialidades e restrições; e um processo de *instrumentalização*, direcionado para a construção e o desenvolvimento dos *esquemas de utilização* pelo sujeito (figura 2.3.). Os dois processos são orientados para fora e para dentro, respetivamente a partir do sujeito para o *artefacto* e vice-versa, e constituem as duas partes inseparáveis da *génese instrumental*. A descoberta progressiva dos sujeitos sobre as propriedades

⁶ No original “*instrumented action schemes*”.

⁷ No original “*situated abstraction*”

(intrínsecas) do *artefacto* é acompanhada pela adaptação dos seus sistemas, bem como de mudanças no significado do *instrumento* resultante da associação do *artefacto* com os novos *esquemas* (Rabardel 2002, p. 108).

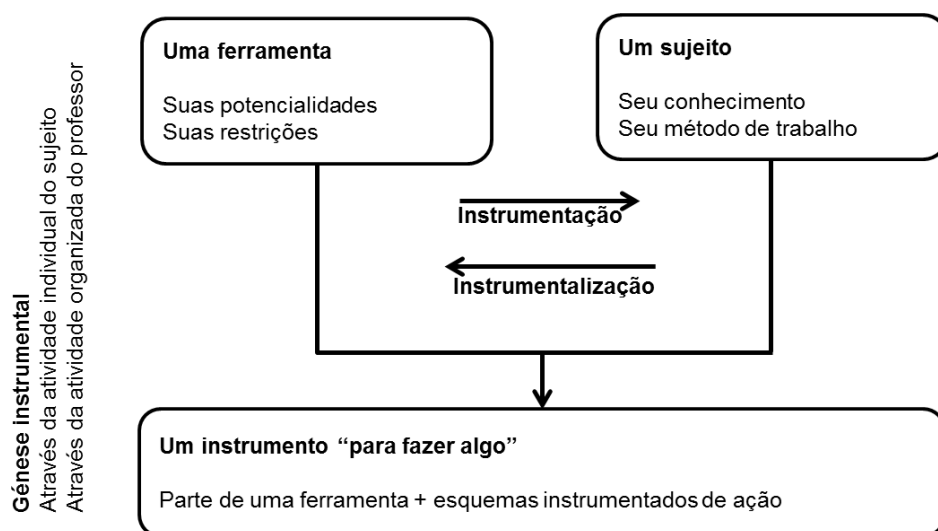


Fig. 2.3. A *gênese instrumental* como a combinação de dois processos (Trouche, 2004, p. 289).

Trouche e Drijvers ilustram como estes dois processos contribuem para o desenvolvimento de um *instrumento*: “durante a *gênese instrumental* é estabelecida uma relação bilateral entre o *artefacto* e o utilizador, ao passo que o conhecimento do aluno guia a forma como a ferramenta é usada e em certo sentido molda a ferramenta (*instrumentalização*), as potencialidades e limitações da ferramenta influenciam as estratégias de resolução de problemas do aluno e as correspondentes concepções emergentes (*instrumentação*)” (Trouche e Drijvers 2010, p. 673). Os *esquemas de utilização* podem ou não ser consistentes com os objetivos pragmáticos para o qual o *artefacto* foi concebido, basicamente, eles estão relacionados com a experiência fenomenológica do utilizador, e de acordo com esta experiência, eles podem ser modificados ou integrados.

Rabardel teoriza o impacto da utilização de ferramentas sobre a atividade cognitiva: a utilização de uma ferramenta nunca é neutra (Rabardel e Samurçay, 2001), ao contrário, origina uma reorganização e mobilização das capacidades e das estruturas cognitivas.

A dimensão social é abordada por Rabardel ao descrever a interação entre os sistemas individuais de utilização e os regimes sociais, como elaborada e partilhada em comunidades de prática. Em particular, os processos de formação explícitos podem dar origem a uma apropriação por temas.

A abordagem de Rabardel tem sido utilizada em diferentes pesquisas sobre educação matemática e, em particular na pedagogia de utilização de ambientes CAS. Tal abordagem tem-se revelado muito poderosa, em aspetos cruciais, principalmente relacionados com as possíveis discrepâncias entre os comportamentos dos alunos e as expectativas dos professores (Lagrange, 1999; Artigue, 2002; Guin, Ruthven e Trouche, 2005).

2. O significado de recurso didático

No contexto da investigação realizada é importante discutir os significados de *manual escolar*, *material curricular* e *recurso didático*. A propósito da definição de *manual escolar*, investigadores como Alain Choppin (2004) numa tentativa de caracterizar o estado da arte referente à história dos livros e das edições didáticas salienta como dificuldade a própria definição do objeto, o que resulta em parte da diversidade do vocabulário. Na maioria das línguas, o “livro didático” é designado de muitas maneiras, e nem sempre é possível explicitar as características específicas que podem estar relacionadas com cada denominação. Para Choppin (1998) “o *manual*, como decorre da sua etimologia (do latim manus: a mão), define-se inicialmente como uma obra em formato reduzido que encerra a essência dos conhecimentos sobre um domínio específico. Desde o fim do século XIX, o termo designa em especial as obras que apresentam conhecimento que são exigidos pelos programas escolares”.

Encontra-se uma definição mais genérica em François-Marie Gérard e Xavier Roegiers (1998) o *manual* é um “instrumento impresso, intencionalmente estruturado para se inscrever num processo de aprendizagem, com o fim de lhe melhorar a eficácia” (Gérard e Roegiers, 1998, p. 19).

No relatório de um grupo de trabalho sobre *manuals escolares* coordenado por Vasco Alves (2005) conclui-se que há vários conceitos e definições de *manual escolar*, embora seja possível agrupar num núcleo duro os seus traços característicos essenciais. E avança-se para um conceito mais abrangente “de facto, o manual escolar de há cinquenta anos pouco tem a ver com os seus sucedâneos da atualidade, sendo legítimo pensar-se que uma certa tendência para o retorno e para a reavaliação do perfil dos manuais escolares não impedirá uma nova trajetória do conceito, particularmente no quadro da intensificação das TIC na educação (...) e do incremento da utilização de todo o tipo de *material didático* multimédia que a globalização social impõe e as exigências da sociedade do conhecimento postulam” (Neves e outros, 2005, p. 10).

Nesta linha de pensamento Choppin (1998) defende que o *manual* de hoje tende a apresentar-se suficientemente flexível de forma a fazer face a um público heterogéneo, a garantir o acesso a competências transversais e a viabilizar múltiplos percursos didáticos, mas também, a autorizar sempre uma leitura e uma abordagem muito individuais tanto por parte do aluno como do professor.

Na definição de *recurso didático*, por exemplo, para Gimeno (1998) o professor é uma fonte de estimulação particular, o primeiro e mais definitivo *recurso didático* do ensino, ao mesmo tempo que é transmissor e modulador de outras influências exteriores. Daí que sua formação cultural e pedagógica seja o primeiro elemento determinante da qualidade do ensino. Este autor defende que o engenho profissional do professor não é tudo, porque, em grande medida, o papel pedagógico está marcado pela divisão de competências profissionais que a prática do desenvolvimento do currículo lhe reserva. Nas atuais circunstâncias, o professor é tanto o executor de diretrizes marcadas a partir de fora quanto o criador das condições imediatas da experiência (Gimeno, 1998, p. 93).

O relatório coordenado por Vasco Alves (2005) sobre *manuals escolares* delimita, dentro dos *recursos didáticos*, também as noções de material didático complementar ou livro auxiliar e outros recursos didáticos pedagógicos, “como sendo qualquer obra que não faça parte integrante do

conjunto de utensílios didáticos de base e que, não se identificando com o manual escolar, o explora, o explica, o comenta e o completa. O material didático complementar pode consistir numa publicação semelhante em vários aspetos ao manual escolar, mas tende a abranger apenas certas partes do programa, a circunscrever-se a obras de referência especializadas (dicionários, enciclopédias e atlas) e a obras literárias ou musicais” (Neves e outros, 2005, p. 11).

Nesta dissertação define-se como *recurso didático* não só os materiais do currículo tradicional, como sejam, os manuais e outros documentos curriculares, todos os textos de apoio (no nosso país têm assumido para a matemática entre outros o formato de brochuras), mas também outros recursos incluindo o *software* e outros recursos tecnológicos, como por exemplo a *internet*, as plataformas digitais e os CD-ROM que acompanham os manuais escolares em Portugal. Pretende-se não apenas analisar o papel dos *recursos didáticos*, mas valorizar as fontes imateriais disponíveis para os professores de matemática. Para além dos *recursos didáticos*, uma análise abrangente dos recursos para os professores deve também ter em conta os recursos imateriais como sejam: os colegas e as comunidades de práticas de ensino. Neste seguimento os recursos didáticos neste texto são complementados por um ambiente partilhado por uma comunidade de professores.

No entanto, os recursos não se transformam em práticas de ensino de uma forma simples. Vários estudos mostram que os professores percebem as dificuldades na orquestração de situações matemáticas onde são utilizadas ferramentas e recursos tecnológicos e na adaptação dos seus métodos de ensino a situações em que a tecnologia é utilizada (Doerr e Zangor, 2000; Monaghan, 2004; Sensevy, Schubauer-Leoni, Mercier, Ligozat, e Perrot, 2005; Lagrange e Degleodu, 2009; Lagrange e Ozdemir Erdogan, 2009). Além disso, diferentes professores podem adaptar, para um mesmo conjunto de recursos, diferentes métodos de ensino. Como Robert e Rogalski (2005) apontam, as práticas dos professores são complexas e estáveis. Como Lagrange e Monaghan (2010) argumentam a disponibilidade de recursos tecnológicos amplia a complexidade das práticas de ensino e, como consequência, desafia a sua estabilidade. Não é evidente que as técnicas e as orquestrações que são utilizadas em ambientes "tradicionais" possam ser aplicadas com sucesso em ambientes de aprendizagem tecnologicamente ricos. Um novo repertório de orquestrações, instrumentadas pelas ferramentas disponíveis, tende a surgir. Isto envolve o desenvolvimento profissional do professor, em que tanto a atividade profissional como o conhecimento profissional podem mudar.

3. Os cenários de exploração didática

A definição de *cenário de exploração didática* tem uma relação estreita com os recursos disponíveis e com a ideia de *orquestração instrumental* que tem sido utilizada por diferentes investigadores (Drijvers e Trouche, 2008; Mariotti e Maracci, 2010; Drijvers, Doorman, Boon, Reed e Gravemeijer, 2010; Drijvers, 2012) para caracterizar as envolventes do processo didático da aprendizagem da matemática. Denomina-se por *orquestrações instrumentais* os vários dispositivos que um professor organiza, com o objetivo de auxiliar as *gêneses instrumentais* dos alunos (Trouche 2003, p. 792). Brousseau (1997) defende que a *orquestração instrumental* deve ser definida tendo em atenção tanto a escolha do ambiente onde acontece a ação como a situação matemática. A escolha da situação é

fundamental. Citando Rabardel e Samu ay (2001) “a mediação da atividade por instrumentos é sempre situada e a situação tem uma influência determinante sobre a atividade” (p. 18).

A noção de *orquestração instrumental* para Trouche (2005) e para Bussi e Marioti (1998) têm significados diferentes. Na verdade, o primeiro refere-se   integração da tecnologia em sala de aula, enquanto a segunda refere-se   coordenação dos diferentes diálogos que são produzidas durante as discussões em aula, entre aluno-aluno e professor-aluno. O primeiro significado será o utilizado ao longo deste trabalho.

Drijvers e Trouche (2008, 2012) definem a *orquestração instrumental* como uma *configuração didática*, isto é, a organização dos *artefactos* disponíveis no ambiente, com uma estratégia para cada etapa do tratamento matemático e pelos *modos de exploração* dessas configurações. Uma *configuração didática* pode ser descrita por um conjunto de *cenários de exploração didática* (para um dado ambiente e para cada situação matemática). Um *cenário de exploração didática* (figura 2.4.) consiste na apresentação de um conceito com os seus objetivos, os materiais para os alunos e um suporte de notas para o professor que o ajudam a aplicar o conceito na prática. Por outras palavras, o *cenário de exploração didática* envolve tanto a gestão do conhecimento matemático de diferentes fases da situação como uma *orquestração instrumental* (com sucessivas configurações e os seus modos de exploração, de acordo com um determinado tratamento matemático e com os objetivos pedagógicos do professor). Nesta perspetiva os professores constroem cenários adequados ao seu ambiente de ensino pessoal e às situações matemáticas que eles querem introduzir.

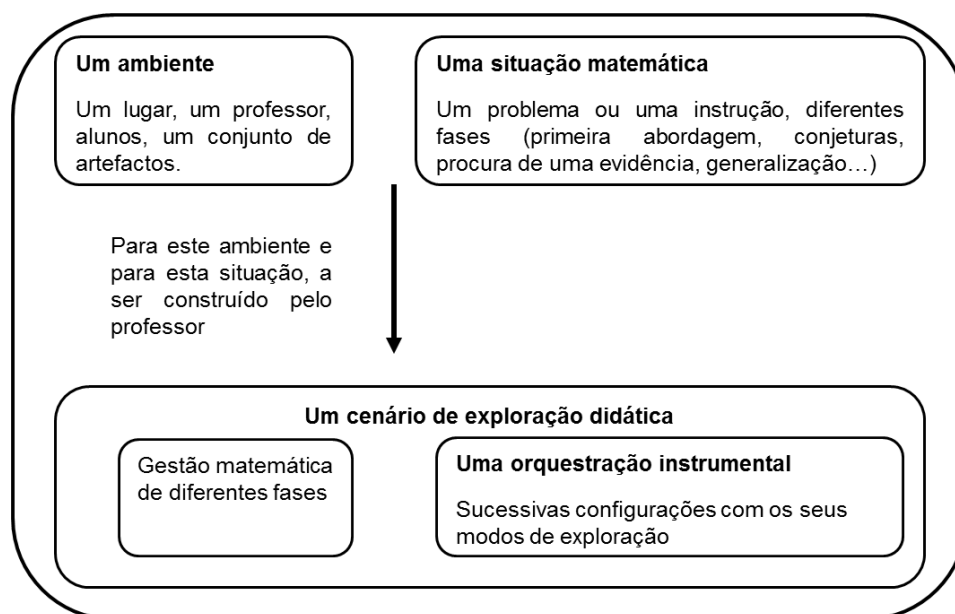


Fig. 2.4. Componentes de um *cenário de exploração didática* (Drijvers e Trouche, 2008, p. 382).

Neste esquema reconhece-se a necessidade de ter em conta os *artefactos* disponíveis, a organização pedagógica da turma e o papel do professor. O uso destes cenários pode ser considerado como a primeira abordagem aos cenários de exploração didática como foi descrito. Segundo Laborde (1999) o uso de cenários foi desenvolvido t mb m por professores que produziram unidades de ensino que integravam *software* de geometria dinâmica.

Usar e conceber estes cenários requer comunidades de prática de professores já existentes ou que se criem para o efeito. A ideia de criar uma rede de professores para desenvolver *cenários de exploração didática* para *software* de geometria foi introduzida nos Estados Unidos (Allen, Wallece, Cederberg e Pearson, 1996). Mecanismos semelhantes de formação foram desenvolvidos à volta de uma unidade integrando a preparação da aula, o cenário e o relato da experimentação da unidade por um grupo de professores em formação. Com o objetivo de auxiliar a gestão da unidade, o professor e a promoção do trabalho colaborativo, tanto na classe em torno de um debate científico, como dentro do grupo de professores (Guin, Delgoulet e Salles, 2000).

A construção desses recursos pedagógicos foi concebida com o objetivo de facilitar a sua aplicação em sala de aula e a sua evolução em resposta às ideias, experiências e vivências dos professores. Assim, os recursos pedagógicos evoluem através do uso em sala de aula e da discussão na comunidade de professores (figura 2.5.).

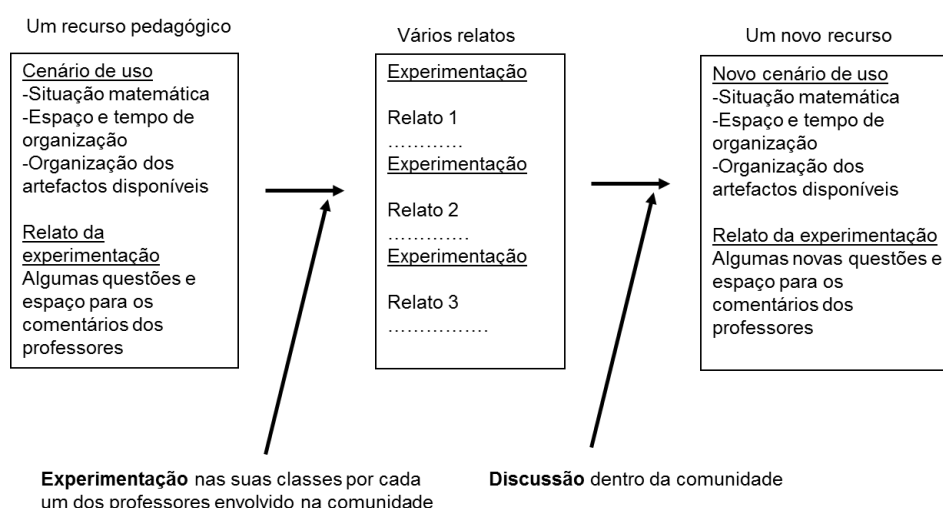


Fig. 2.5. Um recurso pedagógico em progresso (Drijvers e Trouche, 2008, p. 384).

Esta abordagem visa a criação de condições de aprendizagem e de formação para os professores em ambientes tecnológicos que podem proporcionar espaços para a descoberta com uma ajuda tutorial flexível. Parece que este mecanismo pode ajudar os professores a fazer a transição para a ação pedagógica.

3.1. Tipos de orquestração instrumental

A *orquestração instrumental* pode ser definida através das intenções do professor e de uma organização sistemática e da utilização de vários *artefactos* disponíveis, por exemplo, tecnológicos, num ambiente de aprendizagem em que é dada uma tarefa matemática para conduzir os alunos na sua *gênese instrumental* (Trouche, 2004).

Na *orquestração instrumental* é possível distinguir três elementos: uma *configuração didática* (isto é, uma estrutura geral para o plano de ação), um conjunto de *modos de exploração* desta configuração (Guin, Ruthven e Trouche, 2005, p. 208) e Drijvers (2012) acrescenta o *desempenho didático*. Enquanto a *configuração didática* diz respeito à organização dos artefactos na aula, o *modo*

de *exploração* inclui "as decisões sobre a forma como uma tarefa é introduzida e as formas como o artefacto pode ser utilizado e sobre os esquemas e técnicas a serem elaborados e estabelecidos pelos alunos" (Drijvers e outros, 2010, p. 215). O professor prepara as componentes da sua *orquestração instrumental* antes, enquanto outros aspetos podem surgir espontaneamente durante a aula. A *orquestração instrumental* tem também uma dimensão de tempo que está relacionada com o *desempenho didático*. Um *desempenho didático* envolve as decisões assumidas enquanto o ensino acontece tal como foi escolhido na *configuração didática* e no *modo de exploração*: que pergunta colocar agora, como validar uma intervenção particular de um aluno, como lidar com um aspeto inesperado da tarefa matemática ou da ferramenta tecnológica, ou outros objetivos emergentes.

A escolha de uma *configuração didática* tem um forte aspeto de preparação: muitas vezes, as *configurações didáticas* precisam de ser pensadas antes da aula e não podem ser facilmente alteradas durante a mesma. Os *modos de exploração* por sua vez são mais flexíveis e o *desempenho didático* tem uma forte componente de imprevisto.

Drijvers limita as *orquestrações a situações* de ensino e aprendizagem com a turma toda, mas afirma que outras organizações de ensino e aprendizagem, tais como, o trabalho individual do aluno e o trabalho em pares ou em grupo, são também importantes" (Drijvers e outros, 2010, p. 216). Pierce e Ball (2009) acrescentam que o processo através do qual o professor desenvolve as *orquestrações instrumentais* é guiado pelo seu conhecimento sobre os modos de exploração de uma situação matemática, pela experiência e pontos de vista sobre educação matemática e pela sua visão do papel da tecnologia. Esta visão inclui o conhecimento e competências do professor para integrar a tecnologia e as suas preocupações com os constrangimentos de tempo para lecionar um determinado conteúdo e as teorias sobre a aprendizagem dos alunos. Gueudet e Trouche (2009) referem-se a este respeito a orientações implícitas que influenciam as escolhas do professor como *invariantes operacionais*. Essas *invariantes operacionais* podem ser gerais, tal como, 'a aprendizagem ocorre através da interação', ou mais específicas, como o papel da tecnologia, por exemplo, 'a tecnologia serve como meio para melhorar a interação na aula'. As *invariantes operacionais* transformam o comportamento do professor em tipos de invariantes, que são instrumentadas pelas tecnologias disponíveis.

A teoria da *orquestração instrumental* não categoriza orquestrações específicas. No entanto, Drijvers e outros (2010) e Tabach (2013) definem vários tipos de orquestração identificados com base nos dados empíricos de vários estudos, portanto, neste sentido, a categorização não tem uma base teórica. Em todos os casos foram utilizados recursos tecnológicos, como gráficos dinâmicos ou fichas de trabalho eletrónicas em ambientes tecnológicos. Para quase todos os tipos de orquestração, a *configuração didática* envolve um cenário com toda a turma em que os alunos se sentam em frente de um ecrã central.

Drijvers e outros (2010) identificaram seis tipos de tais orquestrações, denominados por *demonstração técnica*⁸, *explicação do ecrã*⁹, *ligação quadro-ecrã*¹⁰, *discussão do ecrã*¹¹, *assinala e mostra*¹² e *aluno Sherpa*¹³, com a seguinte descrição geral:

⁸ No original *technical-demo*

⁹ No original *explain-the screen*

¹⁰ No original *link-screen-board*

¹¹ No original *discuss-the-screen*

1. A orquestração *demonstração técnica* diz respeito à demonstração técnica de ferramentas pelo professor. É reconhecido como um aspeto importante da aprendizagem em ambientes ricos em tecnologia (Monaghan, 2001, 2004). A *configuração didática* para esta orquestração inclui o acesso à tecnologia, instalações para projetar o ecrã do computador, e uma organização de aula que permite que os alunos sigam a demonstração. Como *modo de exploração*, os professores podem demonstrar uma técnica numa nova situação ou tarefa, ou aproveitar o trabalho do aluno para mostrar novas técnicas de antecipação do que se seguirá.

Como exemplo, os professores neste tipo de orquestração podem demonstrar a técnica de fazer um encadeamento de operações ou desenhar um gráfico numa determinada janela de visualização.

A demonstração caracterizada nesta orquestração também acontece no ensino com configurações sem tecnologia. No entanto, em ambientes com tecnologia este tipo de demonstração é instrumentado pelo técnico da ferramenta e também específico das potencialidades e dos constrangimentos da ferramenta.

2. A orquestração *explicação do ecrã* diz respeito à explicação para toda a turma pelo professor, guiado por aquilo que acontece no ecrã do computador. A explicação vai além das técnicas, e envolve conteúdos matemáticos. A *configuração didática* pode ser semelhante à da *demonstração técnica*. Como modo de exploração, os professores podem assumir o trabalho do aluno como ponto de partida para a explicação, ou começar com a sua própria resolução da tarefa.

Como exemplo, um professor usou a operação inversa da raiz quadrada para explicar que as raízes quadradas são sempre de números não negativos. Orquestrações explicativas são também usadas em contextos de ensino não-tecnológico, onde podem ser denominadas por explicação do quadro. As intervenções dos alunos que acontecem no ambiente tecnológico, no entanto, são muitas vezes diferentes das que acontecem com o quadro negro tradicional.

3. Na orquestração *ligação quadro-ecrã*, o professor destaca a relação entre o que acontece no ambiente tecnológico e como isso é representado em matemática convencional com papel, manual e quadro negro. Além do acesso a salas de aula com tecnologia de projeção, uma *configuração didática* inclui um quadro negro e uma sala de aula de tal forma que tanto o ecrã como o quadro são visíveis. Da mesma forma que os tipos de orquestração mencionados anteriormente, no *modo de exploração* os professores podem assumir o trabalho do aluno como ponto de partida ou começar com uma situação tarefa ou problema por eles escolhida.

Como exemplo, os professores copiam as instruções do ecrã para o quadro, muitas vezes em forma matemática abreviada e mais convencional. Este tipo orquestração é específico da tecnologia utilizada, porque é sabido que a transferência para papel e lápis pode ser uma questão problemática (Kieran e Drijvers, 2006; Billington, 2009; Bretscher, 2009).

4. A orquestração *discussão do ecrã* diz respeito a uma discussão com a turma toda sobre o que acontece no ecrã do computador. O objetivo é melhorar a *gênese instrumental* coletiva. Uma *configuração didática* inclui mais uma vez o acesso a salas de aula com tecnologia e facilidades de projeção, uma sala de aula favorável ao acesso ao trabalho dos alunos e de preferência, um bom

¹² No original *spot-and-show*

¹³ No original *sherpa-at-work*

ambiente para a discussão. Como *modo de exploração*, pode servir como ponto de partida para as reações dos alunos o trabalho de um aluno, uma tarefa ou um problema ou uma abordagem definida pelo professor.

Como exemplo, um professor pode utilizar uma janela de visualização e discutir diferentes maneiras de encontrar um ponto de interseção de duas funções afins. A discussão dos resultados no quadro negro é uma estratégia de ensino comum. A vantagem da discussão num ambiente tecnológico é que as sugestões para diferentes representações e técnicas, à medida que surgem na discussão, podem ser facilmente experimentadas, com retorno rápido e dinâmico sobre os resultados obtidos.

5. Na orquestração *assinala e mostra*, o raciocínio do aluno é conduzido através da identificação de um trabalho interessante do aluno durante a preparação da aula, e é usado deliberadamente na discussão em sala de aula. Além do citado anteriormente o ambiente tecnológico apresenta uma *configuração didática* que inclui o acesso ao trabalho dos alunos durante a preparação da aula. Como *modo de exploração* os professores podem pedir ao aluno cujo trabalho é mostrado para explicar o seu raciocínio, e pedir aos outros alunos para reagirem, ou podem fornecer retorno sobre o trabalho do aluno.

Um exemplo desta orquestração acontece quando o professor identifica previamente uma resposta inadequada na resolução de um aluno durante a preparação da aula, e discute-a com toda a turma durante a aula. Nesta orquestração o professor tem que ter acesso ao trabalho realizado pelos alunos no ambiente tecnológico.

6. Na orquestração *aluno Sherpa*, o chamado aluno Sherpa (Trouche, 2004) usa a tecnologia para apresentar o seu trabalho, ou para realizar as ações solicitadas pelo professor. A *configuração didática* é semelhante à do tipo de orquestração *discussão do ecrã*. A sala de aula deve ser de tal forma que o aluno Sherpa pode estar no controlo do uso da tecnologia, com todos os alunos em situação de poderem acompanhar facilmente as ações de ambos: do aluno Sherpa e do professor. Como *modo de exploração*, os professores podem ter o trabalho apresentado ou explicado pelo aluno Sherpa, ou podem fazer perguntas ao aluno Sherpa e pedir-lhe para realizar determinadas ações no ambiente tecnológico.

Como exemplo, um professor pede a um aluno (o aluno Sherpa) para usar o computador e o projetor de dados para mostrar a representação gráfica de uma família de funções, explicar o seu raciocínio e mudar a janela conforme solicitado pelo professor. Este tipo de orquestração é descrito na literatura (Trouche, 2004) e surge por isso a partir da teoria, em vez de emergir a partir dos dados como as restantes desta categorização.

As seis orquestrações propostas por Trouche foram concebidas para perceber a relação entre o tipo de tecnologia, o tópico matemático, todo o formato de ensino da turma, o nível e a idade dos alunos e as formas de orientação que foram facultadas aos professores. Nas orquestrações dos tipos: *demonstração técnica*, *explica o ecrã* e *ligação quadro-ecrã* o professor domina a comunicação. A participação dos alunos é restrita, é o professor que orienta as interações num padrão de iniciação-resposta-avaliação. Essas orquestrações podem ser vistas como centradas no professor. Nas orquestrações dos tipos: *discussão do ecrã*, *assinala e mostra* e *aluno Sherpa*, os alunos têm a oportunidade de reagir e têm uma maior participação. Mesmo que o professor seja o gestor da

orquestração, há mais interação dos alunos do que nos três primeiros tipos de orquestração. Estas podem, portanto, ser vistas como orquestrações centradas no aluno.

Os seis tipos de orquestração identificados podem ter o professor ou o aluno como condutores da orquestração e diferir no grau de inovação e especificidade tecnológica, algumas podem ser vistas como variantes tecnológicas das práticas mais regulares de ensino com as quais os professores estão familiarizados, enquanto outras são mais específicas para a utilização de tecnologia e ferramentas específicas.

O quadro 2.1. resume a categorização apresentada com a configuração e o modo de exploração didática associada a cada orquestração.

Quadro 2.1. Tipos de orquestração instrumental.

	Configuração didática	Modo de exploração didática
<i>Demonstração técnica</i> (Drijvers e outros, 2010)	Toda a turma, um ecrã central	O professor explica os detalhes técnicos para o uso da ferramenta
<i>Explica o ecrã</i> (Drijvers e outros, 2010)	Toda a turma, um ecrã central	As explicações do professor vão além das técnicas e envolvem conteúdo matemático.
<i>Ligação quadro-ecrã</i> (Drijvers e outros, 2010)	Toda a turma, um ecrã central	O professor associa representações do ecrã com representações dos mesmos objetos matemáticos que aparecem no manual ou no quadro.
<i>Discussão do ecrã</i> (Drijvers e outros, 2010)	Toda a turma, um ecrã central	Discussão com a turma toda orientada pelo professor, para melhorar a génese instrumental coletiva.
<i>Assinala e mostra</i> (Drijvers e outros, 2010)	Toda a turma, um ecrã central	O professor aproveita os conhecimentos que os alunos já tinham adquirido com os seus trabalhos e identificados como relevantes para uma discussão mais aprofundada.
<i>Aluno Sherpa</i> (Trouche, 2004)	Toda a turma, um ecrã central	A tecnologia está nas mãos de um aluno que a utiliza na discussão com a turma toda.

Nesta categorização é visível que as orquestrações não são isoladas, mas parte de sequências de orquestrações e que desempenham papéis específicos, em tais sequências. Por exemplo, a orquestração do tipo *demonstração técnica* acontece muitas vezes antes de uma fase de trabalho individual do aluno e para melhorar o seu desempenho. As orquestrações do tipo *assinala e mostra* e *discussão do ecrã*, muitas vezes servem para explorar o trabalho feito pelos alunos individualmente ou em pares.

No estudo realizado por Drijvers (2012) é identificado uma *orquestração instrumental* dominante que o autor chamou *trabalha e anda pela sala*¹⁴. A *configuração didática* e os recursos basicamente consistem nos alunos sentados em frente dos seus computadores portáteis, com acesso *wireless* a um módulo apresentado online e o seu trabalho está proposto num capítulo do manual em formato digital (pdf). A este cenário acrescenta-se um quadro preto ou um quadro branco no qual o professor escreve explicações adicionais. Um computador ligado a um projetor a mostrar o ambiente

¹⁴ No original *work-and-walk-by*

online esteve também presente na maioria das aulas. Como *modo de exploração* os alunos trabalham individualmente no módulo online nos seus computadores portáteis e o professor *anda pela sala* e senta-se com os alunos para monitorizar a sua progressão e fornecer respostas quando solicitado. Como reação às questões dos alunos o professor em alguns casos vai ao quadro escrever uma expressão algébrica ou técnica. O projetor é raramente utilizado. O autor assinala um aspeto interessante nesta orquestração relacionado com a identificação das dificuldades dos alunos. Se um aluno coloca uma questão enquanto o professor *anda pela sala*, a origem da sua dificuldade é facilmente identificada: se é uma lacuna na compreensão algébrica ou competência? Se é um problema técnico causado pelo aluno, por exemplo, na introdução errada de uma expressão no módulo online? Ou se é uma limitação do módulo online, que em alguns casos faculta um retorno inapropriado?

Alguns episódios de aula, observados os propósitos iniciais do professor, foram prejudicados por questões técnicas. “Alguns problemas técnicos, tais como, os alunos esquecerem o código de acesso ou o endereço web do módulo on-line ou portáteis que não possuíam energia na bateria ou não se conseguiam conectar à internet sem fios foram resolvidos pelo assistente técnico, que participou nas aulas na maioria das vezes, e sempre na primeira parte da sequência de ensino. Os problemas técnicos dentro do módulo on-line, no entanto, apareceram muitas vezes nas interações individuais aluno-professor durante a *orquestração trabalha e anda pela sala*. Como o professor não estava familiarizado com o módulo, muitas vezes não foi capaz de resolver os problemas dos alunos, o que provocou alguma incerteza na explicação de um erro detetado, se este teria resultado de um erro matemático ou de um problema técnico causado pela tecnologia. Comparado com a *orquestração demonstração técnica* descrita anteriormente, havia pouca orientação técnica ou atenção à génese instrumental dos alunos, mesmo quando havia uma explicação para toda a turma resultante de uma interação individual em que um dos alunos tinha resolvido um problema técnico ou descoberto uma técnica conveniente. A análise mostra também que estas complicações técnicas interferiram com o conteúdo matemático das interações aluno-professor tornando-se menos frequentes à medida que a sequência de ensino avançava” (Drijvers, 2012, p. 273).

Em Tabach (2013) surge mais um tipo de *orquestração instrumental não usa tecnologia*¹⁵, como o próprio nome indica a tecnologia está presente, mas não é usada pelo professor.

Estas categorias de *orquestrações instrumentais* foram apresentadas num estudo (Tabach, 2013) em que o autor identificou episódios de aula com estas orquestrações e procurou outras diferentes. Mas surgem também em estudos (Drijvers e outros, 2010; Drijvers, 2012) nos quais os autores estiveram interessados no desenvolvimento profissional dos professores quando estes aplicam recursos tecnológicos no seu ensino.

¹⁵ No original *not-use-tech*

4. A interação entre o professor e os recursos através da génese instrumental

A abordagem instrumental que foi anteriormente definida permite um aprofundamento na descrição das envolventes no progresso de um recurso pedagógico. Considere-se para essa descrição, não apenas um professor e não apenas um recurso, por se tratar de um caso limitado. Não é verosímil afirmar que apenas um recurso pode modificar profundamente a prática de um professor. Para além disso, o processo anteriormente representado na figura 2.5. não é apenas o resultado da interação entre um professor e um recurso, mas sim um ciclo de interações. Por isso, considere-se uma base de dados de recursos (vista como um *artefacto coletivo*) e uma comunidade de professores (figura 2.6.). Esta comunidade utiliza a base de dados para realizar uma tarefa particular (por exemplo, ensinar álgebra num determinado nível escolar e num determinado ambiente tecnológico).

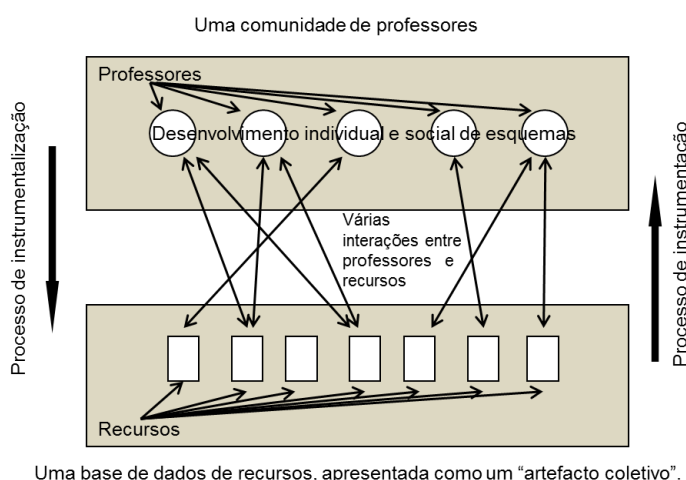


Fig. 2.6. *Génese instrumental*, a partir de recursos virtuais para os pronto-a-usar recursos integrados na prática dos professores (Drijvers e Trouche, 2008, p. 384).

Quando integra o *artefacto*, o professor desenvolve esquemas individuais e sociais. Através do processo da *génese instrumental* desenvolve *instrumentos*. Esta interação entre professores e recursos pode ser analisada pelas duas componentes da *génese instrumental*:

- Os professores quando experimentam os recursos nas suas aulas modificam esses recursos, incorporando-os nas suas próprias experiências. Este é o processo de *instrumentalização*.
- Os recursos quando implementados pelos professores nas suas aulas contribuem para modificar as suas práticas. Este é o processo de *instrumentação*.

Existem obviamente algumas condições para que tal processo aconteça:

- Os recursos devem ser flexíveis deixando em aberto possíveis escolhas didáticas para o professor.
- Os recursos devem incluir o *cenário de exploração*, por forma a apoiar o professor quando este o aplica em situação nas suas aulas.

- Os recursos devem incluir relatórios de experimentação para estarem completos, para que possa ser transmitida cada experiência do professor e tornada social.
- Por último, mas não menos importante, é necessária uma *orquestração instrumental* para organizar as relações dentro da comunidade e a interação entre os professores e os recursos (Drijvers e Trouche, 2008, p. 385).

Asseguradas estas condições, o banco de dados de recursos pode facilitar a integração de instrumentos na prática de cada professor. Este é um processo sem fim. As utilizações bem como a tecnologia evoluem, e nenhum banco de dados de recursos está completo e definitivamente acabado. Novos recursos (através da *internet*, por exemplo) podem sempre ser adicionados e podem entrar neste processo da *gênese instrumental*.

5. A gênese documental

A definição de *recurso* discutida anteriormente permite concluir que este pode ser um *artefacto* enquanto resultado da atividade humana, elaborado pela atividade humana com um determinado objetivo (Rabardel, 1995). Mas para Gueudet e Trouche (2012) os recursos são mais que artefactos. O professor interage com os recursos, seleciona e trabalha sobre eles (adapta, revê, reorganiza) em processos em que os currículos prescritos, apresentados e modelados (Gimeno, 1998) estão inter-relacionados. O trabalho documental engloba todas estas interações e pode ser considerado fundamental na atividade profissional dos professores. Ele diz respeito a todos os aspetos desta atividade e os professores de todos os grupos estão envolvidos nele. A palavra documentação engloba tanto o trabalho documental como os seus resultados.

No entanto esta visão mais ampla sobre os recursos não significa o ignorar as especificidades de diferentes tipos de recursos. Na investigação suportada pelo quadro teórico que aqui se define têm interesse particular os recursos tecnológicos que acompanham os manuais escolares e as suas consequências para o ensino da matemática.

A *abordagem documental* baseia-se na *abordagem instrumental*, desenvolvida por Rabardel (1995) em ergonomia cognitiva e, em seguida, integrada na didática da matemática (Guin, Ruthven, e Trouche, 2005). Rabardel, (1995) como foi dito anteriormente distinguido entre um *artefacto*, disponível para um determinado usuário, e um *instrumento*, que é desenvolvido pelo utilizador, a partir deste *artefacto*, no decurso da sua ação situada. Estes processos de desenvolvimento, a *gênese instrumental*, são fundamentados, para um determinado assunto, na apropriação e transformação do artefacto, para resolver um dado problema, através de uma variedade de contextos de utilização. Através desta variedade de contextos de utilização, são constituídos *esquemas do artefacto*. Um *esquema* (Vergnaud, 1998) é uma organização invariante da atividade alvo, que é estruturada por invariantes de funcionamento, desenvolvidas em vários contextos e encontradas para a mesma classe de situações (Gueudet e Trouche, 2012, p. 25). Esta abordagem também distingue, dentro da *gênese instrumental*, dois processos interligados: a *instrumentação* (constituição dos *esquemas de utilização dos artefactos*) e a *instrumentalização* (pelo

qual o sujeito molda os *artefactos*). A *abordagem instrumental* tem sido usada para estudar as consequências para a aprendizagem dos alunos em ambiente ricos em tecnologia, (Hoyles e Lagrange, 2010). Propõe-se aqui uma abordagem teórica alargada do âmbito da *abordagem instrumental*.

O professor, no seu trabalho de documentação, para uma determinada classe de situações, integra, modifica e transforma um conjunto de recursos de natureza variada. Inspirado nos conceitos associados à génese instrumental, apresenta-se um novo vocabulário, considera-se para este conjunto de recursos, para esta classe de situações, um *documento*, dentro da *génese documental* (figura 2.7.).

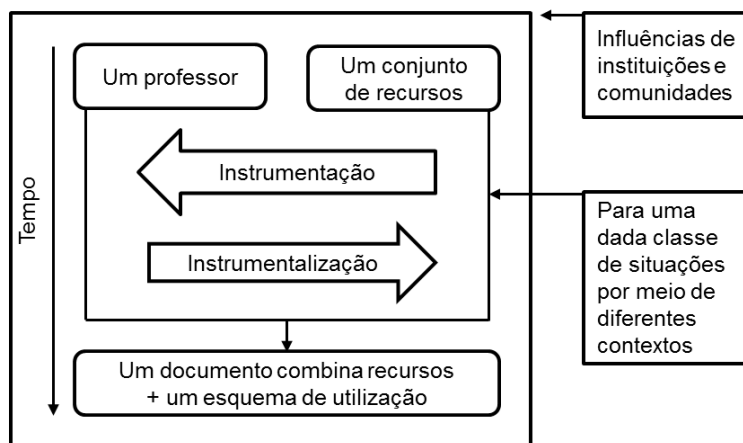


Fig. 2.7. Representação esquemática da *génese documental* (Gueudet e Trouche, 2012, p. 26).

A génese documental desenvolve, conjuntamente, um novo recurso (formado por um conjunto de recursos selecionados, modificados e recombinaos) e um sistema de utilização do presente recurso. Este processo pode ser representado de forma simplificada pela equação seguinte:

$$\text{Documento} = \text{Recurso} + \text{Esquema de utilização}$$

O *documento* pode ser considerado como um resultado da atividade do sujeito, no entanto esta equação estática, não deve mascarar o facto de que esta génese é dinâmica; são processos em curso: a um documento compreendem recursos, que podem ser associados com os outros e envolvidos no desenvolvimento de outros documentos. Um *esquema de utilização* é uma organização invariante da atividade para alcançar um tipo de tarefa, no entanto, ele pode evoluir no decorrer do trabalho de documentação. Ele pode ser adaptado para ter em conta as novas características do contexto; no processo de construção do documento vários esquemas podem ser associados.

Na *dimensão documental* defende-se que o professor “aprende” ao escolher, transformar, executar e rever recursos. A *abordagem documental* propõe uma conceptualização específica desta aprendizagem, em termos de génese. Estar presente em todos os aspetos do trabalho do professor produz uma visão sobre o desenvolvimento profissional dos professores como um complexo conjunto de géneses documentais. Entender esse desenvolvimento exige uma visão holística sobre essas géneses, por considerar todos os documentos desenvolvidos pelo professor: o seu sistema de documentação.

No quadro da *abordagem instrumental*, Rabardel e Bourmaud (2003) consideram sistemas de instrumentos, cuja estrutura depende da estrutura da atividade profissional do sujeito. As classes de situações são articuladas e organizadas, porque os diferentes objetivos podem ser mais ou menos semelhantes ou ligados. Considera-se, nesta conceptualização, que os documentos de um professor são articulados num sistema de documentação estruturado. O sistema de recursos do professor constitui o "recurso" parte do seu sistema de documentação (isto é, sem a parte do esquema de documentos).

A *abordagem documental* oferece uma perspectiva específica sobre o desenvolvimento profissional dos professores. Os sistemas de documentação articulam conhecimentos profissionais e o sistema de recursos do professor. Portanto, considerar os sistemas de documentação do professor conduz em particular à identificação dos elementos estruturantes do seu conhecimento profissional. A abordagem documental tem por objetivo apresentar uma visão holística da atividade dos professores. Ela pode ser usada para estudar os fenómenos de integração da tecnologia e, mais geralmente para compreender as evoluções profissionais resultantes da generalizada disponibilidade dos recursos tecnológicos.

A proposta de uma *abordagem documental da didática* não está limitada à análise, em termos de génese profissional das consequências para os professores das suas interações com recursos (Cohen, Raudenbush e Ball, 2003). Constitui uma modificação de perspectiva e um convite para ver o trabalho de documentação como central na atividade dos professores e a *génese documental* como a componente de uma génese profissional complexa. A expressão *abordagem documental da didática* visa enfatizar que o objetivo não é apenas propor uma análise didática dos documentos do professor, mas também considerar que os documentos são centrais nos fenómenos da didática e em particular no desenvolvimento profissional contínuo dos professores.

6. Os materiais curriculares como artefactos

Os investigadores Gueudet e Trouche (2012) defendem que a *abordagem documental da didática* está orientada especificamente para estudar a atividade e o desenvolvimento profissional dos professores de matemática. Suportada na teoria da atividade desenvolvida por Vygotsky (1978) e por Leont'ev (1979), Gueudet e Trouche (2012) argumentam que a atividade dos professores é orientada por objetivos (o objeto da atividade) e, que para além disso, deve ser estudada como atividade social, condição que implica ter em atenção o contexto, a organização e os diferentes grupos sociais. A evolução e os fatores da evolução da atividade profissional dos professores devem ser estudados em conjunto. Da teoria da atividade são recuperados os conceitos de *mediação* e *artefactos de mediação*. Em síntese a *abordagem documental* é uma função das características dos recursos materiais, da atividade do professor, do conhecimento e crenças do professor e do contexto curricular.

No entanto, Gueudet e Trouche (2012) acrescentam mais ideias à discussão defendendo como estruturante o conceito de *recurso* em vez de *artefacto*. O uso de *artefactos* para potenciar e restringir a atividade humana está no centro de muitas reformas do currículo. De acordo com esta visão apresentada Brown (2009) defende que é possível criar materiais curriculares (por exemplo,

planos de aula, representações da prática, ferramentas de laboratório) que, através das suas restrições e potencialidades, podem desencadear ou ajudar no desenvolvimento das atividades dos professores. Como todos os *artefactos*, os materiais curriculares, ajudam os professores a alcançar os objetivos que presumivelmente não podiam ou não conseguiam realizar sozinhos.

Segundo Wartofsky (1973), esta visão dos materiais curriculares como *artefactos* salienta o papel das ferramentas físicas usadas para realizar as atividades em aula, por exemplo: régua, calculadoras e lápis, mas também das ferramentas culturalmente enraizadas que representam e transmitem modos de ação, tais como planos de aula e as instruções para os professores. Os materiais curriculares são um meio de comunicação que através de textos, representações esquemáticas, ideias e práticas tornam-se na atividade da aula. Na sua construção podem estar definidos os usos pretendidos e as suas potencialidades. Os planos de aula, por exemplo, geralmente contêm anotações que descrevem os objetivos, a turma, a duração e as competências a desenvolver, todos estes sinais servem para um professor específico estruturar a sua aula. Outras características, tais como diagramas de conceitos ou sínteses dos erros mais comuns dos alunos, contêm potencialidades que permitem diferentes possibilidades de utilização para utilizadores diferentes. Estas sugestões podem ser diretas ou subtis, explícitas ou implícitas, e podem recorrer a uma série de normas profissionais. Os programas curriculares podem também implicar importantes restrições para o ensino. Brown (2009) apresenta o exemplo seguinte: considere-se um guião de aula para o professor que descreve como este deve preparar a sala de aula para uma atividade. Nestes casos, o artefacto, isto é, um documento que contenha palavras e diagramas serve para definir um conjunto de parâmetros para o espaço da atividade: como organizar as mesas, que tipos de estruturas devem ser usadas pelos participantes, como gerir o tempo e que técnicas de instrução facultar aos alunos. Ao fazê-lo, o guião da atividade ajuda a dar sentido e coerência que de outra forma colocariam o professor perante muitas possibilidades de ensino. Da mesma forma, o programa de um currículo inclui certas descrições dos temas em detrimento de outros que podem restringir a interação produtiva de um professor com o currículo, assim servindo para influenciar a prática da aula de forma deliberada. Esses tipos de restrições ajudam a definir um espaço de ensino.

A noção de materiais curriculares como artefactos destaca o seu potencial para representar ideias, transmitir práticas, reforçar normas culturais e influenciar os professores. Os professores interpretam e utilizam vários recursos dos materiais curriculares. Os planos de aula resultam da compreensão e do modo como esses recursos podem representar os materiais curriculares. As atividades de ensino, por sua vez, potenciam e restringem as decisões dos professores e são fundamentais para a compreensão do ensino como uma construção.

Brown (2009) identifica nos materiais curriculares as características seguintes: I) são representações estáticas de conceitos abstratos e atividades dinâmicas - um meio para transmitir e produzir atividade, não a atividade em si; II) são destinados a transmitir ideias ricas e práticas dinâmicas, ainda que em textos sucintos que dependem muito da interpretação de a quem se dirigem; III) envolvem nas suas representações uma série de regras de notação, normas e convenções culturalmente partilhadas; IV) podem refletir práticas comuns ou existentes e ao mesmo tempo definir esquemas inovadores ou novas práticas; V) representam um interface entre o conhecimento, os objetivos e os valores do autor e do professor; VI) exigem competências no seu

uso, pois são objetos inertes que ganham vida apenas por meio da interpretação e utilização do professor.

Em síntese, os materiais curriculares enquanto artefactos estáticos assentam em crenças sobre as práticas e os resultados e servem para documentar e transmitir práticas que resultam da combinação do planeamento, interpretação e improvisação do professor. Compreender as formas específicas de como os artefactos curriculares podem potenciar e restringir a atividade do ensino é importante para ajudar os autores de programas curriculares a criar os recursos que têm a dupla função de comunicar ideias de ensino e apoiar modos criativos de modelá-los (Gimeno, 1998).

Os artefactos curriculares podem influenciar a prática docente de muitas maneiras, mas não justificam todas as atividades dos professores. Os conhecimentos e crenças dos professores influenciam a sua interpretação dos materiais curriculares e são essenciais para compreender a relação professor-instrumento.

Alguns estudos demonstram que quando os professores interagem com os artefactos curriculares, fazem-no de formas dinâmica e construtiva (Barab e Luehmann, 2003; Brown, 2002; Davis e Krajcik, 2005; Matese, 2005; Remillard, 2005), salientando a importância da compreensão de como os professores percebem, interpretam e utilizam os artefactos curriculares.

Os estudos revelam ainda que os professores interagem com os artefactos curriculares de maneiras diferentes. Primeiro os professores selecionam materiais. Embora a elaboração do programa curricular seja feito por outros, os professores assumem decisões sobre quais dos recursos disponíveis do programa pretendem usar. Estas decisões são determinadas pelo seu conhecimento, crenças, capacidades e objetivos (Freeman e Porter, 1989; Tarr, Reys, Reys, Chávez, Shih, e Osterlind, 2008). Por outro lado, em situações em que professores são forçados a utilizar determinados materiais curriculares, a investigação mostra que eles resistem à adoção (Cohen, 1990; Remillard, 1992; Wilson, 1990) e essa resistência é fundamentada nos seus objetivos, crenças e capacidades (Cohen, 1988b, 1990; Lloyd, 1999; Lloyd e Wilson, 1998; Wilson e Goldenberg, 1998).

Segundo, os professores interpretam esses materiais, tanto no planeamento como durante o ensino. A forma como os professores percebem e compreendem as diferentes características dos materiais é determinada tanto pela qualidade dos programas bem como pelas suas próprias capacidades, e ainda pelas características do contexto (Ben-Peretz, 1990; Stein, Remillard, e Smith, 2007).

Terceiro, os professores reconciliam as suas percepções sobre os objetivos pretendidos com os seus próprios objetivos e capacidades, bem como com as restrições do contexto. Em alguns casos, este processo pode ser deliberado, noutros é inconsciente (Ben-Peretz, 1990; Remillard, 2005).

Em quarto lugar, os professores acomodam os talentos, interesses, experiências e limitações dos seus alunos. Fornecem retorno constante e ajustam as suas próprias práticas com base no desempenho dos indivíduos e do grupo como um todo (Stein, 1996; Wilson e Lloyd, 2000).

Finalmente, os professores muitas vezes afastam-se do plano original, acrescentam as suas próprias ideias, modificam as estruturas já existentes, ou omitem partes que não lhes interessam ou estão para além das suas próprias capacidades ou das capacidades dos seus alunos (Remillard, 1992; Tarr e outros, 2008).

A forma como o professor se envolve nestes processos é influenciada tanto pelos materiais curriculares, como pelos seus conhecimentos, capacidades, crenças, metas e contexto. Além disso, cada um destes passos, interpretação, seleção, reconciliação, acomodação e modificação, fazem parte das ações das pessoas quando estas se envolvem num projeto. Em síntese, a relação professor-instrumento envolve influências bidirecionais. Num sentido, como os artefactos curriculares, através das suas potencialidades e constrangimentos influenciam os professores e, no sentido inverso, como os professores, por meio das suas percepções e decisões, mobilizam os artefactos curriculares.

Para melhor se compreender as diferentes formas de como os professores usam os materiais curriculares, é útil analisar a interação dinâmica entre os professores e os artefactos do currículo que eles usam. Apresenta-se a seguir uma síntese de um estudo realizado sobre a forma como os professores interagem com os materiais escolares.

Um estudo de Tanner e Tanner (1980) permite verificar que o papel do professor pode situar-se em três níveis possíveis, de acordo com o grau de independência profissional que lhe é conferido: I) o nível de imitação-manutenção, no qual os professores são seguidores dos recursos curriculares. O professor acredita que tem capacidade para desempenhar tarefas de cumprimento conforme algum plano, sem que deva questionar o material que utiliza. Um papel que serve à manutenção da prática estabelecida ou à implementação de modelos criados por outros. II) Num segundo nível, o professor é visto como um mediador na adaptação dos materiais, dos currículos ou das inovações nas condições concretas da realidade na qual atua. Ele conhece os recursos do meio, da escola, as possibilidades dos seus alunos, etc., com o que pode realizar uma prática mais aperfeiçoada, interpretando e adaptando, aproveitando materiais, textos, conhecimentos diversos que trata de aplicar, etc. III) Num terceiro nível, o professor é visto como um criativo-gerador, que, junto com os seus pares, pensa sobre o que faz e procura encontrar melhores soluções, diagnostica os problemas e formula hipóteses de trabalho que desenvolve posteriormente, escolhe os seus materiais, planeia experiências, relaciona conhecimentos diversos, etc. Dir-se-ia que trabalha dentro de um esquema de pesquisa na ação. Aqui o professor avalia, diagnostica, interpreta, adapta, cria, busca novos caminhos.

Outro estudo (Brown, 2009) realizado em 2002 envolvendo professores do ensino secundário identifica três formas diferentes de interação entre os professores e os materiais curriculares denominadas por *replica*¹⁶, *adapta*¹⁷ e *improvisa*¹⁸. No primeiro caso o professor segue as propostas do material curricular na íntegra e assume que a responsabilidade é do autor do material. No segundo caso o professor segue as sugestões apresentadas no material curricular, mas adapta-as ao seu contexto e às suas preferências. No terceiro caso o professor não segue as sugestões apresentadas pelo autor do material curricular e segue as suas próprias ideias.

Num estudo similar desenvolvido por Remillard e Bryans (2004) concluiu-se que as mesmas tarefas podem ser aplicadas de formas diferentes por professores diferentes.

Inspirando-se nos conhecimentos pessoais e nos materiais curriculares, os professores podem criar um cenário de ensino com tarefas, fichas de trabalho e propostas pedagógicas dos

¹⁶ No original “*offloading*”

¹⁷ No original “*adapting*”

¹⁸ No original “*improvising*”

recursos materiais curriculares, ou podem criar um cenário envolvendo uma estratégia espontânea e improvisar uma discussão com os alunos transformando a aula num laboratório científico. Cada possibilidade representa um caso específico de tomada de decisão (Edelson, 2002), em que os professores determinam como usam os materiais curriculares para atingir os seus objetivos. Essas decisões podem envolver uma série de considerações a vários níveis, desde a organização e a estruturação de uma sala de aula, à atividade de apoio aos alunos, para o ensino de conceitos específicos. Cada decisão envolve a sua própria interpretação dos objetivos institucionais, as necessidades dos alunos, a melhor forma de utilizar os recursos disponíveis para alcançar os resultados desejados e pode resultar num tipo diferente de utilização dos materiais curriculares.

Brown (2009) defende que a caracterização da interação dos professores com os materiais curriculares não está necessariamente correlacionada com a experiência do professor. Cada tipo de utilização destina-se a descrever a interação entre o recurso através do artefacto do currículo e o professor. Não existe um tipo de utilização do recurso melhor que o outro.

A noção de replicar, por exemplo, deriva da visão de que a inteligência pode ser distribuída entre as pessoas e os artefactos, e que as pessoas podem contar com os artefactos para atingir os seus objetivos (Pea, 1993). Esta interação pode representar uma decisão estratégica por parte do professor a respeito do responsável pelo que se ensina e não necessariamente uma deficiência. Assim como um professor com menos experiência pode responsabilizar o plano de aula, devido à sua limitada compreensão sobre o que realmente importa do assunto. Também outro, professor com mais experiência pode responsabilizar os autores dos programas que suportam os seus objetivos de ensino. Libertando-se da função de apoiar os seus alunos como eles precisam.

O termo replicar significa usar os materiais de forma literal, mas isso não significa que não seja possível alcançar os objetivos pretendidos pelos autores dos materiais curriculares. Um professor pode improvisar de forma que seja perfeitamente compatível com os objetivos do autor do material curricular ou de uma maneira que se transforma numa intenção diferente.

Estas três categorias servem para caracterizar a natureza da interação de um professor com um determinado recurso, mas não avalia os seus resultados. A distinção entre as decisões do professor que envolvem réplicas, adaptações e improvisações revela as diferentes formas pelas quais os materiais podem contribuir para a capacidade de ensinar. Compreender como os professores apropriam os artefactos do currículo na sua prática pode ajudar os autores do currículo a criar materiais que sejam mais úteis para os professores e para desenvolver experiências profissionais de aprendizagem que os apoiem no uso desses materiais para satisfazer as suas metas.

Nesta linha de investigação, também Remillard (2012) analisa as interações dos professores com os materiais curriculares através da perspectiva de Ellsworth (1997) defendida no livro "Posições de ensino". O livro baseia-se em estudos sobre o cinema e segundo a autora, sempre que duas ou mais pessoas se envolvem numa interação, seja ela falada, textual, no cinema, ou pedagógica, o orador faz sempre suposições sobre o público. "Os filmes, como as cartas, os livros ou os comerciais de televisão são para alguém. A maioria das decisões sobre a estrutura de uma narrativa cinematográfica, "o olhar", e as apresentações são à luz de pressupostos conscientes e inconscientes sobre "quem" o seu público "é", o que eles querem, como eles leem os filmes" (Remillard, 2012, p. 106). Este conceito é conhecido nos estudos sobre cinema como o modo de endereço. Ellsworth

argumenta, que o posicionamento do público envolve formas específicas que são o ponto de partida necessário para a interação. Este ponto de partida é o lugar onde o espectador (ou ouvinte ou leitor) entra numa relação com a história ou com as ideias do texto. No entanto, esta posição é também problemática, na aceitação do relacionamento em torno do poder e da autoridade na interação.

Apoiada na teoria sobre o modo de endereço e a teoria das transações de Rosenblatt (1980, 1982), Remillard (2012) utiliza uma lente analítica para estudar as relações dos professores com os textos dos recursos que se foca na forma como eles os usam, como eles são posicionados pelos recursos e pelas suas posições como leitores e utilizadores dos textos. Remillard acrescenta que, para além de terem um modo de endereço, os materiais curriculares têm formas de endereço, em particular, estruturas, olhares, vozes e formas de transmissão que refletem e reforçam o modo de endereço. Além disso, os professores interagem com os materiais curriculares, através de uma atitude de identificação ou modo de compromisso. Tal como os modos de endereço, os modos de compromisso têm formas particulares. Para questionar os padrões atuais sobre como os professores usam os recursos curriculares ou para imaginar alternativas, é necessário compreender estas construções e as suas inter-relações.

Um modo de endereço significa, nos estudos sobre o cinema, para que público os produtores pensam que o filme é, o que eles querem e como eles leem. Todos os filmes (ou textos) têm um público em atenção e são escritos para capturar, para apelar e para falar com esse público. Ellsworth (1997) utiliza a metáfora dos assentos num teatro para explicar. Existe um banco ou uma "posição" a partir da qual se vê melhor o filme ou do qual sobressai o seu melhor. Com base nesta ideia de posição, ela argumenta: há uma "posição" para as relações de poder e interesses, dentro das construções de gênero e origem, dentro do conhecimento, a partir da qual a história do filme e o prazer visual é dirigida. É a partir dessa "posição subjetiva" que as premissas do filme sobre quem o público é, que se desenvolve o trabalho com o mínimo de esforço, contrações, ou derrapagens. Por outras palavras, para trabalhar como se imagina, os filmes ou os textos precisam de um público-alvo com umas determinadas características que são assumidas no modo de endereço. Assim, parte do trabalho associado a um modo de endereço passa pela definição da posição, que mantém o público-alvo a querer o que ele deveria querer, a reforçar o posicionamento ou a atitude epistemológica do espectador. É desta forma que os modos de endereço não falam apenas com um público pretendido, mas na verdade procuram afirmar o controlo sobre essa audiência ou o seu compromisso com um tipo particular de participação. Os modos de endereço não são neutros.

Seguindo esta linha de pensamento, os materiais curriculares são escritos pelos seus autores, tendo em mente um tipo particular de professor (leitor). Naturalmente, os textos têm vários modos de endereço ou, como Ellsworth (1997) sugere, múltiplos pontos de entrada. Este conceito aplica-se bem aos materiais curriculares. Por exemplo, os autores do currículo podem assumir que os desejos do seu público passem por uma orientação no dia-a-dia sobre o ensino da matemática e criar os seus materiais à luz desta ideia. No entanto, alguns professores podem utilizar os materiais sem fazer uma reflexão sobre a estrutura do currículo. Os autores endereçam os materiais de forma acessível e visível para as necessidades dessa audiência basilar.

As formas de endereço, por seu lado, são poderosos mediadores do compromisso dos professores com um material curricular particular, influenciadas pela teoria sociocultural, que ajuda a

compreender como os artefactos medeiam a atividade humana (Cole e Engeström, 1993; Pea, 1993; Vygotsky, 1978, Wartofsky, 1973). Remillard (2012) defende que as formas de endereço são também influenciadas pelo trabalho de Rosenblatt (1980, 1982) sobre as transações com o texto na teoria da literacia. Nos seus trabalhos sobre as interações das crianças com a literatura, Rosenblatt argumenta que a leitura envolve um processo transacional entre o texto e o leitor num contexto específico. No estabelecimento desta conceção sobre a relação transacional entre o leitor e o texto ela faz uma distinção importante que facilmente se esquece, a relação que se estabelece é entre o leitor e o texto e não entre o leitor e o autor do texto. Não quer isto dizer que a presença do autor não seja detetada na estrutura ou que os esquemas subjetivos ou o género não desempenhem um papel na transação. Mas os leitores comprometem-se e interagem com o artefacto concebido e não com o seu autor. Quando se fala de literatura, Rosenblatt (1982) explica que também o autor pode ter um plano para o livro, mas não pode rever o que o leitor vai fazer com ele. Similarmente, quando o professor se compromete com um material curricular, ele interage com o artefacto concebido e não com as intenções do autor. Por isso a forma de endereço é importante. As formas representam significados para os leitores, uma *zona expectável* (Ongstad, 2006), que influencia o compromisso do professor com o recurso.

O modo de compromisso é definido pelas interações entre o professor e a forma de endereço do texto. Segundo Rosenblatt (1980), os leitores estabelecem uma transação com o texto que leem e não assumem uma atitude predominante, consciente ou inconscientemente. A atitude centra-se na atenção do leitor. Analogamente, os modos de compromisso dizem respeito ao que os professores fazem nas suas transações com um determinado recurso curricular, como se comprometem, que significados assumem e que sentido têm com o que se lhes oferece. O modo de compromisso do professor reflete as suas crenças e estado epistemológico. Ongstad (2006) acrescenta ainda que a *zona expectável* também influencia esta interação. O modo de compromisso ajuda a explicar a utilização que os professores fazem dos materiais curriculares, porque as formas de ler um programa curricular são diferentes das formas de ler outros textos. As formas de endereço e o género desempenham um papel importante. Como já descrito anteriormente, os programas curriculares representam um determinado género de texto que contém elementos previsíveis ou temas, estes elementos geram um modo de compromisso ou resposta do professor.

Da mesma forma que o modo de endereço de um recurso pode ser analisado através das suas formas, o modo de compromisso de um professor pode ser entendido através das formas que o compromisso assume. Remillard (2012) sinalizou quatro formas primárias ou tipos de leitura: o que se lê, que partes se leem, quando se lê e quem se é como leitor. Os professores têm uma posição em relação aos materiais curriculares que é influenciada pelos seus pontos de vista sobre a matemática, o ensino, bem como o papel que os recursos curriculares podem e devem desempenhar no processo de ensino da matemática. A posição dos professores é também influenciada pela sua visão de um determinado e concreto recurso.

7. Os domínios do conhecimento mobilizados na interação entre o professor e os recursos

Adler (2000) coloca em primeiro plano e concebe o conhecimento profissional como um recurso no ensino da matemática. No seu entender o conceito “resource” deve ser definido como um substantivo e como um verbo. Para definir como verbo “re-source” deve-se pensar como sendo a fonte do novo ou diferente, onde “source” significa a origem, o local a partir do qual o pensamento surge ou é adquirido. Também no caso do conhecimento “resource” tem a dupla função de substantivo e de verbo – “conhecimento de recurso” refere-se aos domínios do conhecimento, os objetos, os processos e as práticas dentro destes que os professores mobilizam quando vão desenvolver a sua atividade de ensinar.

Para Adler (2012) o foco da sua investigação são os domínios do conhecimento e não o material curricular, no entanto o que é selecionado, transformado e usado na prática e o que é produzido como um resultado é igualmente importante. A seleção de domínios do conhecimento e a sua transformação para serem usados é simultaneamente o trabalho de ensino e o seu resultado, que é por assim dizer o que é legitimado como conhecimento matemático numa determinada prática. Os professores recrutam (ou apelam) a recursos de conhecimento para legitimar o que conta como matemática, no contexto de sala de aula. Esta investigadora trabalha com uma epistemologia social e procura entender o que conta como conhecimento matemático, em qualquer prática pedagógica (como na escola) como uma função do funcionamento interno do discurso pedagógico (Bernstein, 1996). Por outras palavras o conhecimento matemático é moldado pelas instituições de ensino, pelo currículo e pela atividade de ensino dentro daquelas. Neste sentido, o conhecimento profissional em uso, na prática, precisa de ser entendido como uma forma do discurso pedagógico. Consequentemente, uma metodologia para “ver” saberes em uso no ensino requer uma teoria do discurso pedagógico.

Um estudo envolvendo um programa de formação de professores de matemática, ciências e inglês na África do Sul (Adler e Reed, 2002) permitiu identificar empiricamente um conjunto de quatro domínios do conhecimento que o professor recruta (embora de formas diferentes e com ênfase diferente) no seu ensino, a saber: o conhecimento matemático, o conhecimento de todos os dias, o conhecimento profissional e o conhecimento do currículo.

O conhecimento matemático é suportado nas orientações curriculares preconizadas nos programas de matemática da África do Sul e que são quatro: os objetos matemáticos têm propriedades, a atividade matemática segue convenções (por exemplo, um par ordenado, escrevemos o x como a primeira coordenada); o conhecimento matemático inclui o conhecimento de procedimentos matemáticos a atividade está de acordo com procedimentos ensaiados (por exemplo, o primeiro passo para adicionar duas frações próprias é encontrar um denominador comum); a justificação matemática pode ser empírica (por exemplo, testar se uma afirmação matemática é verdadeira aplicando um exemplo - substituindo números específicos ou gerando um resultado visual particular); o argumento matemático ou justificação envolve generalizar e provar (por exemplo, verificar se uma afirmação é sempre verdadeira).

O segundo domínio de conhecimento para o qual os professores apelaram foi o denominado, não matemático descrito como o conhecimento do cotidiano e das práticas. Através dos dados, os professores apelaram para o que é prático ou experimental, para legitimar ou tornar compreensível o objeto que estava a ser apresentado.

Um terceiro domínio é o conhecimento profissional dos professores e da própria experiência: o que é que aprenderam na e com a prática. Por exemplo, todos os professores do estudo utilizaram o seu conhecimento da prática dos tipos de erros que os alunos fazem e construíram sobre estes o seu ensino. O saber sobre o pensamento do aluno e os equívocos é uma parte central do que Shulman (1986) denomina por conhecimento do conteúdo pedagógico (PCK).

Para além dos três domínios descritos, os professores recrutaram ainda o que se pode denominar por conhecimento do currículo. Este foi um recurso importante, num dos casos o professor recorreu ao currículo prescrito (Gimeno, 1998) para contextualizar, por um exemplo, uma pergunta do manual ou do exame.

8. O retorno como uma ferramenta para o desenvolvimento profissional do professor

Como se apresentou anteriormente a *génese documental* envolve os processos associados ao trabalho dos professores com os materiais curriculares: procurando e selecionando recursos concebendo e adaptando tarefas matemáticas, planeando a sua sucessão, gerindo os *artefactos*, etc. Na teoria da *génese documental* o professor não é um utilizador passivo, mas um construtor dos seus próprios recursos, neste contexto existem dependências interessantes e interrelacionais entre o conhecimento profissional dos professores e o currículo, cada um influenciando mutuamente o outro.

Na educação matemática tem vindo a aumentar o interesse sobre os efeitos da aplicação dos materiais curriculares nas aulas e a aprendizagem dos alunos. O que acontece quando os professores usam o currículo, em especial, os programas e porquê? Um pressuposto subjacente é que os professores são os atores centrais no processo de transformação dos ideais curriculares, apresentados na forma de tarefas matemáticas, planos de aula e recomendações pedagógicas e transformados em reais eventos de sala de aula. O que eles fazem com os recursos curriculares interessa (Lloyd, Remillard e Herbel-Eisenmann, 2009).

O que os professores fazem com os materiais curriculares de matemática, como "mediadores", como eles escolhem determinadas tarefas matemáticas e como esta complexa rede de escolhas influencia a atividade de aula, é crucial para compreender não só a implementação dos programas curriculares, mas também para transmitir informações para o desenvolvimento de novos programas.

O estudo realizado para esta dissertação sobre a forma como os professores replicam, ajustam e improvisam os recursos tecnológicos que acompanham os manuais escolares assenta no pressuposto de que a aprendizagem do professor envolve a sua autonomia e responsabilidade na análise, escolha, mudança e transformação dos materiais curriculares, na elaboração de alternativas e na promulgação das escolhas (Ben-Peretz, 1984). Paris (1993) enfatiza que "a responsabilidade

dos professores em matéria de currículo envolve a criação ou crítica do currículo, uma consciência das alternativas para estabelecer práticas curriculares, a autonomia para fazer escolhas informadas sobre o currículo, um investimento em si mesmo, e uma interação contínua com os outros." (p. 16.) Em Ball e Cohen (1999) discute-se o papel dos materiais do currículo, como livros específicos, e a sua relação com a aprendizagem dos professores. Eles afirmam que "os materiais curriculares só podem tornar-se centrais para a aprendizagem do professor, se as tradicionais fronteiras entre a apresentação dos conteúdos do currículo e os textos de ensino para os professores forem redesenhados para tornarem central o trabalho de promulgação do currículo". (p. 7).

No entanto, os materiais curriculares servem para facilitar o trabalho dos professores com os seus alunos, e não para motivar os professores para investigações sobre e como trabalhar com os materiais. No entender de Pepin (2012) alega-se muitas vezes que os professores devem aprender sozinhos, com os poucos recursos concebidos para ajudá-los. Estudos recentes em ciências da educação defendem o papel educativo dos recursos curriculares tanto como uma ferramenta para a aprendizagem do professor, como um suporte para que os professores se tornem construtores do currículo (por exemplo, Davis e Krajcik, 2005). Ruthven, Laborde, Leach e Tiberghien (2009) argumentam que "a disponibilidade de ferramentas capazes de identificar e abordar aspetos específicos da situação sobre um projeto pode apoiar tanto a formulação inicial de um projeto como o seu refinamento posterior à luz da implementação" (p. 329). Parece que existe um grande potencial de recursos curriculares e pedagógicos a serem concebidos, ou materiais existentes para serem alterados e enriquecidos, de modo a cumprir uma função educativa para o professor (Ruthven, 2008).

No desenvolvimento profissional dos professores encontram-se algumas razões para explicar os resultados mais fracos dos alunos, entre elas: os professores de matemática não possuem uma compreensão profunda da matemática que têm que ensinar; o ensino da matemática sustentado na compreensão dos conceitos ser difícil e demorado; dar prioridade ao ensino com compreensão não parece consistente com a tradição do ensino da matemática. Assim, embora a maioria dos decisores políticos provavelmente concorde que ensinar matemática com compreensão seja um objetivo importante, os professores raramente têm oportunidades, e tempo, para desenvolver tarefas matemáticas e sequências de ensino, em que a riqueza das tarefas e a aprendizagem da matemática com compreensão sejam enfatizadas. A literatura afirma que investir na melhoria do planeamento e da reflexão revela um grande potencial para melhorar o ensino (Ball e Cohen, 1999; Fernandez, 2002; Hiebert e outros, 2003). Além disso, está de acordo com a investigação sobre a aprendizagem dos professores, que afirma que o desenvolvimento profissional eficaz deve oferecer oportunidades para que os professores trabalhem em conjunto, analisem e discutam os materiais curriculares em conexão com a prática de sala de aula (por exemplo, Whitehurst, 2002; capítulos 15-17).

Em termos de evolução do conhecimento do professor, a investigação sugere que o desenvolvimento profissional eficaz deve ter três elementos cruciais: deve ser ligado ao contexto dos professores em sala de aula (por exemplo, Borko e Putnam, 1996); os professores devem ser apoiados a longo prazo (por exemplo, Marx, Blumenfeld, e Krajcik, 1998), e os professores precisam de oportunidades para a construção de novos conhecimentos (por exemplo, Borko e Putnam, 1996). No entanto, a investigação sustenta ainda a visão geral de que os materiais curriculares têm potencial educativo, mas não podem ser eficazes sem apoio profissional adicional. A aprendizagem dos

professores é entendida neste quadro teórico no seu sentido mais amplo, ou seja, como o resultado do seu trabalho em conjunto com os seus pares ou individualmente e com os materiais que os ajudam a desenvolver o seu conhecimento do e para o ensino.

Pepin (2012) introduz a ideia de *retorno* no desenvolvimento e utilização de uma ferramenta desenhada para ajudar os professores a desenvolver uma compreensão mais profunda sobre as características das tarefas matemáticas, incluindo a sua seleção, alteração, enriquecimento e potencial utilização com os seus alunos. Esta ideia resulta em grande parte dos estudos sobre o que os professores podem aprender com o retorno (retorno dos alunos no caso de Hargreaves, 2000). Há também um conjunto importante de estudos sobre as experiências de aprendizagem dos professores através da investigação e colaboração em projetos (por exemplo, Fennema, Carpenter, e Franke, 1996; Greeno e Goldman, 1998); entre elas as que destacam a importância da utilização de ferramentas (por exemplo, Baumfield, Hall, Higgins e Wall, 2009). A *ferramenta* pode ser definida de diferentes maneiras. Boydston (1986), por exemplo, afirmou que: “é um modo de linguagem, que diz alguma coisa aos que a entendem, sobre as operações de uso e as suas consequências... Nas definições culturais presentes, estes objetos estão tão intimamente ligados com as intenções e emprego, têm uma voz eloquente” (p. 98).

A utilização de uma *ferramenta* no contexto da prática pedagógica é provável que (re) estruture as experiências dos professores. Uma nova *ferramenta* pode adicionar algo ao que já se faz; e igualmente interromper a prática dos participantes e tirar alguma coisa (Baumfield, 2006). Neste sentido, Pepin (2012) defende a qualidade reflexiva da *ferramenta* que desenvolveu e que denominou por *ferramenta catalítica* porque acredita que esta pode mudar a prática dos participantes e do meio ambiente. A ação individual do professor resulta das decisões que assume como resultado do *retorno* da utilização da *ferramenta*, assim como das suas reações ao *retorno*.

O estudo sobre a aprendizagem através do questionamento e *retorno* no desenvolvimento profissional (por exemplo, Hargreaves, 2000) enfatiza como os professores podem aprender com o *retorno* dos alunos no sentido de melhorar as aprendizagens e ou introduzir mudanças na sala de aula. No mesmo seguimento, o estudo de Butler e Winne (1995) associa o desempenho dos alunos ao *retorno*, no qual este é concetualizado como “a informação com que um aluno pode confirmar, acrescentar, substituir, ajustar, ou reestruturar a informação” (p. 275). No seu estudo sobre a importância do *retorno* Hattie e Timperley (2007) afirmam que “o *retorno* é uma das mais poderosas influências na aprendizagem e realização” (p. 81). Para compreender a interação do questionamento e do *retorno* no desenvolvimento profissional dos professores, Baumfield e outros (2009) investigaram como uma *ferramenta* desenhada para que o aluno refletisse sobre a sua aprendizagem também apoiou o desenvolvimento profissional dos professores. A investigação tem evidenciado (por exemplo, Hattie e Jaeger, 1998) que a presença do *retorno* aumenta a probabilidade de que a aprendizagem ocorra.

Pepin (2012) concetualiza o *retorno*, não como aquele que se obtém dos alunos, mas a partir de outras fontes, tais como um plano, os materiais curriculares, ou os colegas, por exemplo. Winne e Butler (1994) também afirmam que o *retorno* pode ter diferentes fontes: externas (por exemplo, fornecidas por contextos ou outros participantes) e internas (autogeradas como a monitorização das próprias ações).

Ainda, no seguimento das investigações de Hattie e Timperley (2007), Pepin (2012) distingue quatro níveis de *retorno* (figura 2.8.): o nível da tarefa, associado à compreensão e realização das tarefas; o nível do processo, associado aos principais processos necessários para entender e executar as tarefas com os alunos; o nível da automonitorização, associado à orientação e regulação das ações e à confiança do professor no seu trabalho com ferramentas e tarefas matemáticas; e o nível da autoavaliação, associado à avaliação e aos efeitos provocados e à confiança do professor para o envolvimento em futuras e novas investigações.

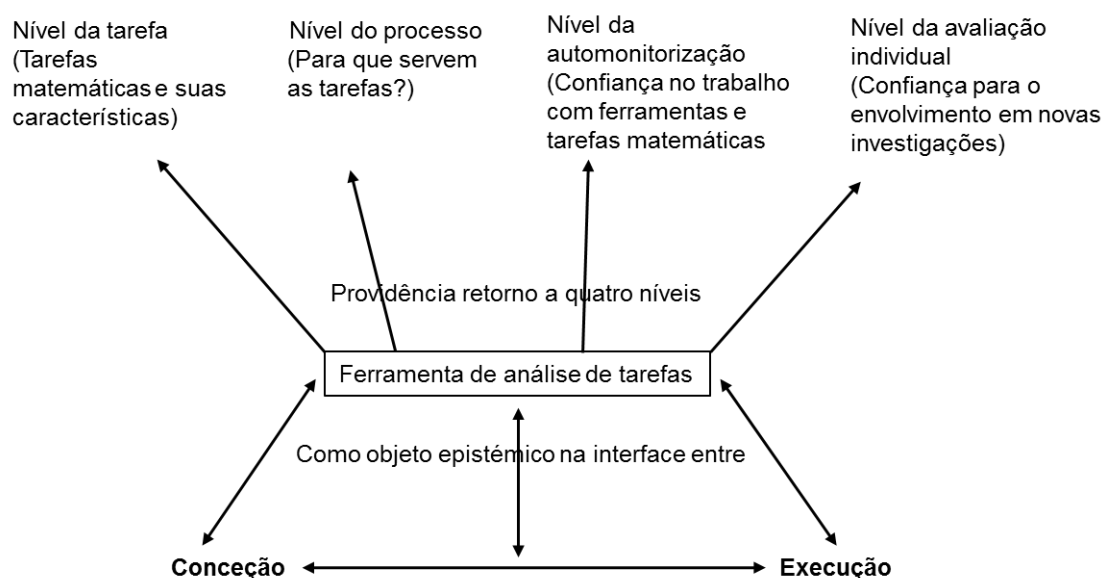


Fig. 2.8. *Ferramenta catalítica* em relação aos níveis de *retorno*, concepção e execução da tarefa (Pepin, 2012, p. 139).

Neste enquadramento teórico Pepin (2012) pretende desenvolver uma compreensão mais profunda, e teorizar o *retorno* obtido do trabalho com as *ferramentas* e investigar a relação do *retorno* com o desenvolvimento profissional dos professores.

8.1. O nível das tarefas

O melhoramento da *ferramenta* de análise de tarefas envolveu uma revisão de literatura sobre o conceito de tarefa e a sua importância no currículo apresentado e modelado pelos professores (Gimeno, 1998). No nível das tarefas é fundamental a análise do conceito de tarefa que pode ser feita tendo em conta diferentes aspetos das suas características. Esta análise pode incidir, por exemplo, sobre as características gerais das tarefas matemáticas para melhorar a aprendizagem, as exigências cognitivas, os contextos, os objetivos, as conexões e o conhecimento matemático. Estas características são comuns às tarefas que implicam a utilização de tecnologia, todavia, estas envolvem outros aspetos igualmente interessantes que importa apresentar.

Em relação às características gerais das tarefas matemáticas para melhorar a aprendizagem, Kilpatrick e outros (2001) apresentam uma visão abrangente do que consideram como aprendizagem matemática de sucesso. Estes autores criaram o termo *proficiência matemática*, para definir o

significado de aprender matemática com sucesso. Na sua opinião, a *proficiência matemática* tem cinco vertentes interdependentes e relacionáveis. A compreensão concetual definida como a compreensão de conceitos matemáticos, operações e relações. A fluência processual como sendo a capacidade para a realização de procedimentos de forma flexível, com precisão, eficiência e apropriação. A competência estratégica como sendo a capacidade de formular, representar e resolver problemas matemáticos. O raciocínio adaptativo definido como a capacidade para o pensamento lógico, a reflexão, a explicação e a justificação. A disposição produtiva como sendo a inclinação inata para ver a matemática como razoável, útil e como uma mais-valia, juntamente com a crença no empenho e eficácia do próprio (Kilpatrick e outros, 2001, p. 5).

Em termos de ensino, Kilpatrick (2001) afirma que a qualidade do ensino depende, por exemplo, das tarefas selecionadas e das suas exigências cognitivas. Alega ainda que a expectativa do professor sobre a matemática que determinados alunos são capazes de aprender pode “influenciar poderosamente as tarefas que o professor lhes propõe, as perguntas que lhes são feitas,... por outras palavras, as suas oportunidades e motivações para a aprendizagem.” (Kilpatrick e outros, 2001, p. 9).

Hiebert (1997) reflete explicitamente sobre a natureza das tarefas que podem contribuir para a compreensão matemática. O autor acredita que os alunos constroem a compreensão matemática através da reflexão e da comunicação, e que as tarefas devem permitir e incentivar estes processos. Isto significa que tais tarefas devem ter as características seguintes: “em primeiro lugar, as tarefas devem permitir que os alunos abordem as situações como problemáticas, como algo em que eles precisam pensar e não como uma receita que precisa ser seguida. Em segundo lugar, o que é problemático sobre a tarefa deve ser a matemática, e não outros aspetos da situação. Finalmente, para que os alunos trabalhem a sério a tarefa, deve-lhes ser oferecida a oportunidade de usar as competências e conhecimentos que já possuem. As tarefas que se enquadram nestes critérios são aquelas que podem deixar para trás algum valor da matemática para os alunos.” (p.18). Efetivamente, Hiebert (1997) usa o termo *apropriado* para as tarefas que possuem estas características.

A propósito da exigência cognitiva os trabalhos de Smith e Stein (1998) defendem que a natureza da tarefa determina o que os alunos aprendem. Também estas autoras usam quatro categorias hierárquicas de exigências cognitivas para caracterizar as tarefas: a memorização; os procedimentos sem ligação ao conceito ou ao significado; os procedimentos com ligação ao conceito ou ao significado; fazer matemática.

As tarefas de alto nível são muitas vezes percebidas pelos alunos como menos estruturadas, e mais complexas. De acordo com a pesquisa de Doyle (1988), os alunos muitas vezes percebem as tarefas como ambíguas: eles não sabem o que fazer e como fazer. Por isso, incitar os professores a explicar tais tarefas, potencia a redução da complexidade e, talvez, até mesmo a exigência cognitiva da tarefa. No entanto, Smith e Stein (1998) defendem que, embora a decisão de usar uma tarefa cognitivamente exigente não conduza necessariamente a um alto nível de envolvimento dos alunos, uma condição necessária para um alto nível de envolvimento parece ser começar por propor uma boa tarefa, uma vez que as tarefas de baixo nível quase nunca resultam num alto nível de envolvimento.

A manutenção da exigência cognitiva das tarefas de nível elevado surge associada a um conjunto de fatores (Smith e Stein, 1998) que podem ser enunciados da forma seguinte: dar apoio ao

pensamento e raciocínio do aluno; dar aos alunos os meios para avaliar o seu próprio progresso; o professor ou alguns alunos exemplificam desempenhos de nível elevado; o professor estimula justificações, explicações e significados através de questões, comentários e retornos; as tarefas baseiam-se no conhecimento prévio dos alunos; o professor estabelece frequentemente conexões conceituais; é dado tempo suficiente para explorar as tarefas.

Segundo as mesmas autoras também o declínio da exigência de tarefas de nível elevado surge associado a um conjunto de fatores que pode ser enunciados da forma seguinte: aspetos problemáticos da tarefa tornam-se rotineiros (por exemplo, os alunos pressionam o professor para reduzir a complexidade da tarefa especificando procedimentos explícitos ou passos para a realizar; o professor “toma conta” do pensamento e raciocínio e diz aos alunos como resolver o problema); o professor muda a ênfase dos significados, conceitos ou compreensão para a correção ou perfeição das respostas; não é dado tempo suficiente para lidar com aspetos exigentes da tarefa, ou é dado demasiado tempo e os alunos distraem-se da tarefa; problemas de gestão da sala de aula impedem o envolvimento apoiado em atividades cognitivas de nível elevado; a tarefa é inadequada para um dado grupo de alunos (por exemplo, os alunos não se envolvem em atividades cognitivas de nível elevado por causa da falta de interesse, motivação ou conhecimento prévio necessário para a realizar; as expectativas das tarefas não estão suficientemente ajustadas aos alunos nem adequadas a um determinado conhecimento cognitivo); os alunos não são responsabilizados pelos resultados ou processos de nível elevado (por exemplo, embora se lhes diga para explicar o seu pensamento, são aceites explicações incorretas ou pouco claras; é dada a impressão aos alunos que o seu trabalho não será tido em consideração para a avaliação).

Relativamente aos contextos e objetivos das tarefas, a investigação apresenta cada vez mais provas de como a matemática é utilizada em situações da vida real (Carragher e outros, 1985/1987; Lave, 1988). Assumindo que a matemática envolvida em situações da vida real e a motivação são incentivadas pelo “fazer alguma coisa”, uma questão importante para a análise de tarefas de manuais escolares é perceber em que medida, e de que forma, estas experiências da vida real são incorporadas. Em termos da aprendizagem, o argumento gira provavelmente à volta da ideia de que o conhecimento e a compreensão da matemática seriam melhorados e tornados mais coerentes para os alunos se estes pudessem estabelecer conexões entre as experiências fora da escola, e as de dentro da escola e estas pudessem integrar-se. A este propósito Skovsmose (2002) escreve sobre ambientes de aprendizagem e distingue entre três diferentes “paradigmas de exercícios”: aqueles com referências à matemática pura (sem contexto), aqueles com referência a uma semi-realidade (tarefas com contexto, embora realidades forçadas), e problemas da vida real (Skovsmose, 2002, p.119). O desempenho pode ser largamente determinado por um contexto particular usado numa tarefa, o modo como os alunos interagem com o contexto de uma tarefa pode ser muito diferente e inesperado e esta interação é, por sua vez, de natureza individual (Boaler, 1993). Por esta razão, seria inútil defender que a inclusão de tarefas com contexto necessariamente conduz à compreensão.

As conexões e o conhecimento matemático envolvem o conceito de “conectividade” que não se trata de uma ideia nova no campo da educação, ou mesmo da educação matemática. Hiebert e Carpenter (1992), por exemplo, defendem que é essencial fazer conexões em matemática, se se pretende desenvolver a compreensão matemática. Eles enfatizam a importância de aprender com e

para a compreensão. De acordo com eles, a compreensão pode ser definida como: “a forma como a informação é representada e estruturada. A ideia matemática ou facto é entendido se a sua representação mental é parte de uma rede de representações. O grau de compreensão é determinado pelo número e força das ligações.” (p.67). Para estes autores, o que é essencial para facilitar a compreensão do aluno envolve uma série de princípios, entre eles que o entendimento pode ser caracterizado pelos tipos de relações ou conexões que foram construídos entre por exemplo, ideias, factos, procedimentos. O entendimento é descrito em termos da forma como as representações internas de um indivíduo são estruturadas e conectadas, e também como essas representações internas são estruturadas e ligadas às representações externas. Estas representações incluem a linguagem falada, ou os símbolos escritos, ou as analogias. Assim, uma ideia matemática ou procedimento ou facto é compreendido se ele está ligado a redes existentes, com fortes e numerosas conexões. Hiebert e Carpenter (1992) concluem que as redes internas podem ser pensadas como dinâmicas e enfatizam a importância das experiências anteriores para interpretar e compreender as novas experiências. Ma (1999) acrescenta, “quando o conhecimento é composto por conhecimentos interligados e bem desenvolvidos o conhecimento matemático forma uma rede solidamente suportada pela estrutura do sujeito” (p. 120). Hiebert e Carpenter (1992) apontam ainda que, se as tarefas matemáticas são excessivamente restritivas, as representações internas dos alunos são severamente limitadas, e as redes que constroem são delimitadas por essas restrições.” (p. 76). Hiebert (1984) refere que muitos alunos não associam as competências matemáticas que possuem com os símbolos e regras ensinadas na escola: “vou argumentar que é a ausência dessas conexões que induz a mudança de resoluções de problemas intuitivas e significativas para a mecanização sem sentido.” (Hiebert, 1984, p. 498). As ideias relacionadas com a compreensão instrumental e relacional (Skemp,1976) mostram que não podemos entender regras sem conexões. Concluiu que quando os alunos assumem crenças instrumentais sobre a matemática eles não conseguem desenvolver um entendimento genuíno: as ligações simplesmente não estão lá para serem feitas.

A escolha e a elaboração de tarefas é uma atividade complexa que envolve muitas dimensões como foi visto. Quando as tarefas integram a utilização de tecnologia, a situação é ainda mais complexa, a adição da tecnologia afeta profundamente a tarefa em si. Em muitos casos, uma tarefa planeada para ser realizada com recurso ao papel e lápis não pode ser simplesmente aplicada com utilização da tecnologia sem que se alterem os objetivos da aprendizagem. Como se sabe, certas tarefas podem ser problemáticas quando realizadas com papel e lápis, mas tornam-se triviais com a utilização da tecnologia, por exemplo, obter a representação gráfica de uma função numa janela de visualização pré-definida com recurso a uma calculadora gráfica. Por conseguinte, a tecnologia abre caminhos para novos tipos de tarefas, que não seriam possíveis em ambientes específicos com recurso simplesmente ao papel e lápis, concebidas para promover a aprendizagem.

Laborde (2011) distingue quatro tipos diferentes de tarefas que os professores concebem com a utilização de programas de geometria dinâmica: I) tarefas em que o ambiente facilita as ações, mas não altera a tarefa do ponto de vista do aluno, por exemplo, desenharem uma figura e medirem os comprimentos dos seus lados; II) tarefas em que o ambiente facilita a exploração e análise dos alunos, por exemplo, identificarem as relações numa figura através de uma ferramenta específica do

programa de geometria dinâmica (a função de arraste, por exemplo). Considere-se um polígono e a sua imagem através de uma translação, obtidos num programa de geometria dinâmica. Os alunos podem conjecturar as relações entre os lados do polígono inicial e a sua imagem; III) tarefas que têm uma parte que pode ser feita com papel e lápis, mas pode ser resolvida de forma diferente no ambiente de geometria dinâmica usando uma transformação geométrica; IV) tarefas que não podem ser resolvidas sem a mediação do ambiente de geometria dinâmica, por exemplo, a reconstrução de um modelo dinâmico e através da experimentação os alunos identificam as suas propriedades. Estas tarefas exigem a identificação das propriedades geométricas como invariantes espaciais através da utilização da ferramenta de arraste e possivelmente através da experimentação de outras ferramentas do programa de geometria dinâmica, no modelo.

A seleção e construção de tarefas com recurso à tecnologia com vista à aprendizagem assentam em questões de natureza variada:

Questões epistemológicas:

Existe um problema real para ser resolvido?

Que tipo de conhecimento matemático exige a resolução da tarefa com a tecnologia?

Do ponto de vista do conhecimento matemático a que se destina, a tarefa é a estratégia mais eficiente para a resolução do problema no ambiente tecnológico?

Questões cognitivas:

Que tipo de aprendizagem pode promover a tarefa?

Esta análise deve ser feita tendo em conta os conhecimentos prévios dos alunos e as suas conceções?

Questões didáticas:

Quais são os meios de ação previstos no ambiente para resolver a tarefa?

São os valores das variáveis da tarefa escolhida que promovem as estratégias desejadas?

Existe retorno do ambiente para inviabilizar estratégias erradas? Isto é particularmente importante em ambientes de geometria dinâmica nos quais a ferramenta de arrastamento oferece retorno.

Questões instrumentais:

O que os alunos sabem sobre como usar o ambiente para resolver a tarefa?

Será que o conhecimento matemático dos alunos lhes permite resolver a tarefa usando ferramentas do ambiente com as quais não estão familiarizados ou, inversamente, pode construir-se uma nova estratégia de resolução capitalizando a sua familiaridade com o ambiente? (Laborde, 2011, p. 82).

As tarefas que os professores escolhem e o seu desenvolvimento em aula revestem-se de extrema importância para a aprendizagem dos alunos. Assude (2007) denomina por *integração instrumental* a forma como as dimensões instrumental e matemática são organizadas e relacionadas entre si e pelo professor ao dar as tarefas aos alunos. A partir da observação de professores, ela conclui o alto nível de especialização exigido pela coordenação das duas dimensões, tanto a matemática como a instrumental. Tal especialização está longe de ser espontânea, a formação inicial e contínua do professor pode certamente desempenhar um papel crítico no desenvolvimento de tal conhecimento.

Laborde (2011) defende que a maior parte das vezes os professores de matemática não concebem uma tarefa do zero. Eles escolhem as tarefas dos manuais escolares ou de outros recursos disponíveis e adaptam-nas, tendo em consideração as variáveis de cada aula, por exemplo, as tarefas já realizadas, o conhecimento dos alunos, os conceitos já conhecidos. Pode argumentar-se que os professores são os mediadores de textos que apoiam os alunos nas suas conexões, todavia, não é de forma nenhuma claro que o façam ou que, de facto, o possam fazer (Schoenfeld, 1988; Haggarty e Pepin, 2002). Por exemplo, em termos de pesquisa internacional Ma (1999) comparou os conhecimentos de matemática dos professores chineses e norte-americanos e descobriu que os professores chineses percebem os conceitos matemáticos interligados, em contraste com colegas norte-americanos, que percebem estes conceitos como coleções arbitrárias de factos e regras. Ela desenvolveu uma noção de "compreensão profunda da matemática fundamental", um argumento para o conhecimento, estruturado e coerentemente conectado (Ball e outros, 2001), que é profundo, minucioso e completo (Ma, 1999, p. 120) e isso foi visto como um dos fatores para o desempenho matemático avançado dos alunos.

Os estudos apresentados apontam para a necessidade dos manuais escolares fazerem ligações explícitas e apoiadas na formação de conexões através de múltiplas representações. Haggarty e Pepin (2008) propõem um conjunto de características das tarefas a ter em atenção aquando da análise destas em manuais escolares: estabelecem relações, em vez de enfatizar a compreensão processual ou instrumental; estabelecem conexões com o que os alunos já sabem; estabelecem conexões com os conceitos subjacentes e relações com o que já foi aprendido; estabelecem conexões em termos de ligação e execução de procedimentos de forma verdadeira e apropriada; estabelecem conexões dentro da matemática e com outras disciplinas; estão inseridas em contextos que ajudam a fazer conexões com a vida real; permitem uma exigência cognitiva elevada nos alunos; conectam diferentes representações (analogias, exemplos trabalhados).

8.2. Os níveis do processo e da automonitorização

Nos níveis do processo e da automonitorização da ferramenta de Pepin (2012) o conceito mais importante é o de *orquestração instrumental* (Trouche, 2004). A aprendizagem do aluno precisa ser guiada pelo professor através da orquestração (McKenzie, 2001) de situações matemáticas (Mariotti, 2002). Por exemplo, Kendal (Kendal e Stacey, 2002; Kendal, Stacey e Pierce, 2004) defende que os professores privilegiam determinadas técnicas para a utilização de recursos tecnológicos, para orientar os conhecimentos dos alunos sobre o domínio da ferramenta e nos seus processos de aprendizagem. Para descrever o papel do professor, Trouche (2004) introduziu a metáfora da *orquestração instrumental* definindo-a como uma organização intencional e sistemática do professor na utilização dos diversos artefactos disponíveis num ambiente de aprendizagem (que pode ser informatizado) para uma dada situação envolvendo uma tarefa matemática, para orientar a *génese instrumental* dos alunos.

Drijvers (2012) distingue três elementos de uma *orquestração instrumental*: uma *configuração didática*, um *modo de exploração* e um *desempenho didático*. Como foi anteriormente definido, uma *configuração didática* é um arranjo de artefactos num ambiente, ou, por outras palavras, um cenário da configuração de ensino e dos artefactos nele envolvidos. Um *modo de exploração* é a maneira como o professor decide explorar uma configuração didática para o benefício das suas intenções didáticas. Isto inclui as decisões na forma de como uma tarefa é introduzida e trabalhada, sobre os possíveis papéis dos artefactos a ter em atenção e sobre os sistemas e técnicas para serem desenvolvidos e estabelecidos pelos alunos. Em termos da metáfora da orquestração, a criação do *modo de exploração* pode ser comparada com a determinação da partição para cada um dos instrumentos musicais envolvidos, tendo em conta a antecipação das harmonias que se pretende. Um *desempenho didático* envolve as decisões pontuais, enquanto o ensino se desenvolve na aplicação da *configuração didática* e do *modo de exploração* escolhidos. Como por exemplo, lidar com as questões seguintes: Que pergunta colocar agora à turma? Como validar (ou não) qualquer intervenção particular do aluno? Como lidar com um aspeto inesperado da tarefa matemática ou da ferramenta tecnológica? Ou outros objetivos emergentes. Na metáfora de orquestração, o desempenho didático pode ser comparado a um desempenho musical, em que a interação real entre o maestro e os músicos revela a viabilidade das intenções e do sucesso da sua realização.

As configurações didáticas e os modos de exploração foram introduzidos por Trouche (2004). Como uma *orquestração instrumental* é previamente preparada e parcialmente criada "no local" enquanto o ensino acontece, Drijvers e outros (2010) sentiram a necessidade de acrescentar o real *desempenho didático* como uma terceira componente. Estabelecer a *configuração didática* tem uma forte componente de preparação: muitas vezes, as configurações didáticas precisam de ser pensadas antes da aula e não podem ser facilmente alteradas durante a sua aplicação. Os *modos de exploração* podem ser mais flexíveis, enquanto o *desempenho didático* tem uma forte componente de improviso.

Como toda a metáfora, a metáfora da *orquestração instrumental* tem as suas limitações. Se se pensar num professor como o maestro de uma orquestra sinfónica composta por músicos altamente qualificados, que entra na sala de concertos com uma ideia clara de como fazer os músicos tocar Beethoven, a maneira como ele lê a partição com um século de idade, pode fazê-lo sentir-se desconfortável. No entanto, se se pensa na classe como uma banda de jazz (Trouche e Drijvers, 2010) formada por novos e experientes músicos e o professor como o líder da banda, que preparou uma partição global, mas está aberto à improvisação e à interpretação por parte dos alunos, e para validar a entrada destes a diferentes níveis, a metáfora torna-se mais atraente. Destaca-se ainda que a metáfora da orquestração na verdade inclui várias funções para o professor, este pode atuar como um compositor, como um orquestrador, como um diretor e como um condutor.

9. Documentos, comunidades e génese profissional

Os dados recolhidos num contexto de formação contínua enquadram-se na investigação de Jaworski (2006, 2008) sobre a teoria e a prática do desenvolvimento do ensino da matemática, bem como no

desenvolvimento profissional dos professores de matemática e a sua relação com os professores de educação matemática.

Nesta abordagem teórica, enfatiza-se a importância dos aspetos sociais do trabalho de documentação dos professores em comunidades de prática. O trabalho humano acontece sempre numa instituição (Douglas, 1986), que engloba uma realidade cultural, histórica e social (Engeström, 1987). O trabalho documental de um professor pode ser apoiado e limitado pelos recursos curriculares e, em geral por um sistema de recursos. Cada professor estabelece necessariamente relações com os seus colegas, em particular, no trabalho documental que pode começar na concertação de uma planificação anual por ano e nível de ensino no início de um ano letivo.

Gueudet e Trouche (2012) escolhem a palavra *coletivo* para representar a realidade social complexa e diversificada associada ao trabalho de documentação realizado por um grupo de professores que fazem algo juntos. A noção de *coletivo*, não implica necessariamente a coesão ou participação num projeto comum. Cada professor pode participar numa série de coletivos. Alguns deles são coletivos institucionais que são obrigatórios (como o grupo disciplinar da escola) ou escolhidos (por exemplo, uma sessão de formação). Outras são associações, que podem ser abertas a todos os professores de matemática (por exemplo, a associação de professores de matemática ou a sociedade portuguesa da matemática) ou mais restrito (por exemplo, os professores participantes no plano da ação para a matemática ou nos projetos ligados ao ciência viva). Além disso, alguns coletivos correspondem a contextos experimentais associados a professores e investigadores.

Assume-se que o trabalho documental diz respeito tanto aos recursos como aos conhecimentos dos professores. Tendo na mira os aspetos coletivos da documentação dos professores, mas não deixando de lado a ideia de que "os participantes na formação de professores de matemática: são indivíduos, equipas, comunidades e redes" (Krainer e Wood, 2008). Portanto, o conhecimento dos professores, no quadro teórico desta investigação, é considerado como situado dentro e distribuído entre os membros da comunidade, ao invés de uma característica dos indivíduos.

Esta abordagem tem as suas raízes na teoria da atividade, introduzida por Vygotsky (1978) e Leont'ev (1979). Esta teoria foi complementada por Engeström (1987) e acrescentada com implicações específicas para as comunidades, desenvolvidas por Lave e Wenger (1991). Interessa, aqui, os aspetos coletivos da documentação com que os professores trabalham. Isto significa que se pode distinguir entre uma variedade de coletivos em que um professor pode estar envolvido, e deve-se ter em conta os diferentes conjuntos de recursos que estão ligados a estes coletivos. Podem-se distinguir vários níveis de complexidade: a complexidade das fronteiras de cada conjunto de recursos (para um determinado coletivo, os recursos dos professores são mais ou menos partilhados); a complexidade da sobreposição de coletivos (um dado professor que participa em grupos diferentes – dentro das suas aulas, dentro da equipa de professores que leciona o mesmo nível, dentro do departamento de matemática); a complexidade de tempo (um coletivo de professores que trabalha em conjunto está sujeito a fortes restrições de agenda). Descrever, tanto quanto possível, esta complexidade exige escolhas concetuais.

9.1. Comunidades de prática

O conceito de *comunidades de prática*, introduzido por Lave e Wenger (1991) para designar um grupo de pessoas que partilham um interesse, um ofício ou uma profissão é coerente com uma corrente de investigação em curso sobre o ensino da matemática e o desenvolvimento profissional dos professores (Jaworski, 2008; Lerman e Zehetmeier, 2008). Cada *comunidade de prática* é uma comunidade de aprendizagem: a aprendizagem das regras (Engeström, 1987), a partilha de informações e experiências dentro do grupo e a aprendizagem a partir da própria atividade permite que a comunidade se desenvolva. Os membros da comunidade têm, assim, uma oportunidade de se desenvolverem tanto pessoalmente como profissionalmente.

Wenger (1998) definiu as *comunidades de prática* de acordo com três condições essenciais: contrato mútuo (os membros estabelecem normas e constroem relações de colaboração), empreendimento conjunto (os membros criam um entendimento comum do que são os objetivos comuns) e repertório partilhado (os membros são produtores de recursos, materiais ou simbólicos, que são reconhecidos como próprios do grupo e dos seus membros). Wenger enfatiza também dois processos-chave, participação e reificação. A participação refere-se "ao processo de participar e às relações com os outros que refletem esse processo", supõe uma contribuição pessoal para o projeto partilhado, que vem acompanhada por uma negociação, dentro da comunidade, do que está a ser feito, como e porquê. A reificação refere-se "ao processo de dar forma à nossa experiência, produzindo objetos que codificam essa experiência em significado", que fortaleça o repertório comum da comunidade, o resultado do contrato e da participação de cada membro. A participação e a reificação estão inter-relacionadas: a reificação resulta da participação, e o repertório partilhado apoia a participação de cada membro para o objetivo comum.

Uma *comunidade de prática* não é uma entidade fixa, que surge e se desenvolve naturalmente por causa da dinâmica do projeto partilhado. Wenger, McDermott e Snyder (2002, p. 68-69) distinguem cinco passos possíveis para o processo que Gueudet e Trouche (2012) definem como génese da comunidade: potencial, adesão, amadurecimento, gestão e transformação. Estes conceitos ajustam-se aos objetivos de estudar o trabalho documental dos professores num coletivo, descrever uma variedade de coletivos de professores, em diferentes etapas de desenvolvimento. Isso não significa que cada coletivo de professores fica completamente caracterizado como uma comunidade de prática, mesmo no primeiro passo, o potencial: por exemplo, o conjunto de professores de matemática que trabalham na mesma escola não resulta em geral, de reunir três características: contrato mútuo, empreendimento conjunto e repertório partilhado.

A evolução da comunidade acompanha a evolução das identidades dos seus membros: a identidade é definida por Wenger (1998, p. 149) como "a profunda questão como é um ser humano", e, portanto, é um processo de transformação. E assim, Wenger defende que a "identidade na prática resulta de uma interação entre a participação e a reificação" (p. 153). As identidades são "percursos de forma, dentro e entre as *comunidades de prática*" (p. 154). Wenger distingue quatro tipos de trajetórias: trajetórias periféricas (nunca conduzem em pleno à participação), trajetórias de entrada (juntam-se à comunidade para se tornarem participantes em pleno), trajetórias informantes (adesão plena e evolução contínua da prática) e trajetórias de contorno (limites abrangendo e ligando as

comunidades de prática). Uma *comunidade de prática* não é por isso uma entidade isolada; Wenger (1998, p. 117) afirma que "a *comunidade de prática* pode se conectar com o resto do mundo, fornecendo experiências periféricas [...] para pessoas que não estão numa trajetória para se tornarem um membro em pleno. Este tipo de periferia pode incluir a observação, mas pode ir além da mera observação e envolver formas atuais de contrato". De acordo com cada trajetória individual, cada membro pode ter um papel particular, integrado numa explícita ou implícita divisão de trabalho (Engeström, 1987) dentro da comunidade.

9.2. Comunidades de prática e gênese documental

Gueudet e Trouche (2012) definem uma *gênese documental individual* como uma interação entre um professor e um conjunto de recursos, conduzindo a um documento através de uma entidade mista composta pelos recursos e um *esquema de utilização*. Estes autores propõem uma extensão do quadro conceitual das *comunidades de prática* através da interação entre uma *comunidade de prática* e o conjunto de recursos de um professor, mobilizados para alcançar objetivos comuns.

Em vez de reificação, Gueudet e Trouche (2012) propõem a expressão: *gênese documental da comunidade* para descrever o processo de seleção, criação e partilha de recursos para alcançar os objetivos de ensino da comunidade. O resultado deste processo, a *documentação da comunidade*, é composto pelo repertório dos recursos partilhados e a partilha associada ao conhecimento (o que os professores aprendem a partir da conceção, implementação e discussão dos recursos). Além disso, esses recursos e esse conhecimento evoluem juntos ao longo do tempo. Os autores caracterizam a dualidade entre participação e documentação: por um lado, a documentação é um resultado da participação e, por outro lado, o repertório partilhado é o conhecimento associado que apoia a participação de cada membro no objetivo partilhado. A interpretação desses processos em termos de gênese aponta para a dualidade entre duas gêneses: a *gênese da comunidade* (o surgimento do contrato mútuo e empreendimento conjunto), e a *gênese documental da comunidade* (a criação de um repertório partilhado e a construção de conhecimento partilhado).

Há relações complexas entre o indivíduo e a *gênese documental da comunidade*. Em primeiro lugar, o repertório partilhado é uma componente de cada um dos membros do sistema de recursos: o recurso de uma comunidade é uma componente essencial de um sistema de recursos. Em segundo lugar, há uma forte interação entre o conhecimento de cada membro e o conhecimento partilhado incorporado na *documentação da comunidade*: cada membro aprende a partir da sua comunidade e o conhecimento partilhado é construído pela *gênese documental da comunidade*. A documentação da comunidade não pode ser definida pela reunião da documentação dos seus utilizadores. Por exemplo, o trabalho dos professores de uma associação produz objetos (correspondência eletrónica, páginas da web, ferramentas de trabalho) que um professor sozinho não pode criar. Da mesma forma, a documentação do professor ultrapassa o que lhe poderia dar uma comunidade, da qual ele faz parte: por exemplo, o que um professor aprende a partir dos seus contatos diretos com os seus alunos não é totalmente partilhável com a sua comunidade.

9.3. Documentos, comunidades de prática e génese documental

Neste ponto defendeu-se que o *coletivo* está em todo o trabalho documental dos professores e assume formas muito diferentes. A noção de *comunidades de prática* é útil para compreender a dinâmica coletiva de professores que partilham um projeto de documentação. Cada comunidade é uma agregação tumultuosa dos membros - tumultuosa em sentidos diferentes: alguns professores entram na comunidade, enquanto outros saem; os papéis dos professores dentro da comunidade de prática alteram-se permanentemente, por vezes, de repente, a comunidade reúne vários grupos atraídos de alguma forma pela prática da comunidade e pelo seu repertório partilhado. Tal como Lave e Wenger (1991) afirmam que cada *comunidade de prática* é uma comunidade de aprendizagem, Gueudet e Trouche defendem que cada comunidade de prática dos professores é uma comunidade de documentação, o que significa que a *génese documental da comunidade* e a *génese documental* agem em conjunto. O trabalho de documentação conduz à produção de objetos temporários, como recursos "vivos", sempre envolvidos em novas evoluções.

Gueudet e Trouche (2012) supõem que esses fenómenos não são específicos para realidades locais, mas em diferentes níveis, cada professor, envolve-se em vários coletivos. No coletivo é um caso isolado. Como estudar a atividade de um professor requer abrangentes *gêneses documentais*, considerando as atividades dentro e fora da escola, e os conjuntos de recursos que intervêm no seu trabalho de documentação. Este ponto de vista dos "recursos" permite situar o professor dentro de um conjunto de coletivos dos quais esses recursos fazem parte. Os autores estão conscientes que a compreensão da *génese documental* da comunidade exige um refinamento da metodologia de investigação reflexiva e novas ferramentas que permitam recolher e analisar novos dados.

CAPÍTULO 3

Metodologia de investigação

Para entender é difícil. Uma vez que se entende, a ação é mais fácil.
(Sun Yat Sen, 1866-1925)

Com este estudo pretende-se a compreensão do papel do professor na integração de novos materiais na sua prática pedagógica, a sua interação com uma nova tipologia de recursos tecnológicos propostos pelas editoras dos manuais escolares. Neste estudo procurou-se uma metodologia de pesquisa de caráter interpretativo para investigar a utilização que os professores de matemática fazem dos recursos tecnológicos que acompanham os manuais escolares. Os dados obtidos resultam dos documentos produzidos pelos professores durante a sua participação em oficinas de formação e o acompanhamento das suas decisões e ações em três momentos diferentes: primeiro durante a análise das propostas contidas nos CD-ROM, endereços eletrónicos e plataformas digitais que acompanham os manuais adotados nas suas escolas, segundo durante a sua atividade na preparação de tarefas propostas nos manuais ou nos recursos tecnológicos analisados e terceiro após a sua aplicação em aula, com particular atenção para a atividade desenvolvida pelos alunos, incluindo as reflexões sobre o desempenho didático do professor e a avaliação das atividades desenvolvidas durante a formação.

Neste capítulo é apresentada a opção metodológica seguida para chegar aos objetivos da investigação apresentados no primeiro capítulo. A caracterização dos participantes, o processo de recolha dos dados e o papel da investigadora são alvo de reflexão.

1. A natureza da investigação

Nesta investigação procuram-se respostas para o problema central que é: Quais são os processos através dos quais os professores replicam, adaptam e improvisam tarefas com utilização dos recursos tecnológicos que acompanham os manuais escolares de matemática? Os objetivos desta investigação são: identificar os esquemas de utilização dos professores em ações mediadas pelos recursos tecnológicos que acompanham os manuais; identificar tipos de interação entre os professores e os recursos tecnológicos; identificar as orquestrações instrumentais que os professores utilizam quando trabalham com recursos tecnológicos; promover o desenvolvimento pessoal e profissional dos professores em contexto de formação contínua; refinar o protótipo de "uma ferramenta de análise de tarefas" para acompanhar a tomada de decisões na génese documental do professor. Assim, foi escolhida uma abordagem de tipo qualitativo, uma vez que se pretende compreender o processo pelo qual as pessoas constroem significados, descrevendo em que consistem esses significados (Bogdan e Biklen, 1994). A metodologia assenta no paradigma interpretativo (Cohen, Manion e Morrison, 2000) uma vez que se pretende compreender e interpretar

o mundo em termos dos seus atores. Os fenómenos observados são importantes e os significados e interpretações são fundamentais.

Habermas (1984) descreve o paradigma interpretativo como uma “dupla hermenêutica” na qual as pessoas se esforçam para interpretar e operar num mundo já interpretado. Habermas (1972) sugere que o conhecimento empírico é apenas uma forma de conhecimento possível, e todo o conhecimento é formado pelos interesses humanos daqueles que o constituem. O autor defende que os interesses são socialmente construídos, e são “conhecimento constitutivo”, porque eles moldam e determinam os objetos e os tipos de conhecimento.

A ligação entre os objetos de estudo e as comunidades de investigadores é sustentada nas noções de paradigmas e mudanças de paradigma de Kuhn (1962), onde os campos de conhecimento ou paradigmas são vistos como bons apenas se as evidências e o respeito das suas provas são apoiados por “autoridades”. O conhecimento e as definições de conhecimento refletem os interesses da comunidade de investigadores que atuam em paradigmas particulares. Habermas (1972) constrói a definição de conhecimento de valor e modos de compreensão em torno de três interesses cognitivos: previsão e controle; compreensão e interpretação; emancipação e liberdade. Ele define os interesses como *técnico*, *prático* e *emancipatório*, respetivamente. O *técnico* caracteriza o interesse científico, o método positivista com ênfase nas leis, regras, previsão e controle do comportamento, com objetos de pesquisa passiva, o conhecimento instrumental. O interesse *prático*, uma atenuação do positivismo do método científico, é exemplificado na hermenêutica, metodologias interpretativas descritas por abordagens qualitativas. As metodologias de pesquisa procuram esclarecer, compreender e interpretar as comunicações de “falar e agir” (Habermas, 1974, p. 8). A hermenêutica concentra-se na interação e na linguagem; procura compreender as situações através dos olhos dos participantes, segundo a abordagem de Weber¹⁹ e como premissa que a visão da realidade é socialmente construída (Berger e Luckmann, 1967). O interesse emancipatório está subordinado aos dois paradigmas anteriores; eles servem-lhe de requisito, mas vai além deles (Habermas, 1972). Está relacionado com a praxis, a ação que resulta da reflexão com o objetivo de emancipar (Kincheloe, 1997). A tarefa do presente interesse conhecimento-constitutivo, na verdade, de crítica da própria teoria, é restaurar a consciência àqueles que foi suprimida, determinantes reprimidos e submersos do comportamento não-livre, com vista à sua dissolução (Habermas, 1984).

Habermas (1972) sugere que a prática reflexiva pode ser desenvolvida em quatro fases: fase 1: A descrição e interpretação da situação existente - um exercício de hermenêutica que identifica e tenta fazer sentido da situação atual; fase 2: O discernimento das razões que levaram a situação existente à forma que assumiu - a causa e os efeitos de uma situação e uma avaliação da sua legitimidade, envolvendo uma análise de interesses e ideologias no trabalho numa situação, o seu

¹⁹ Max Weber (1864-1920) ajudou-nos a compreender a natureza da sociedade. Ele discordava da abordagem de Marx mas as suas objeções eram diferentes das de Durkheim. Sem negar a importância dos fatores materiais, defendidos por Marx, nem a noção de factos sociais externos aos indivíduos, defendida por Durkheim, ele acrescentou que deveríamos olhar para as ideias. Em especial, para os significados que atribuímos às coisas e para o papel das mudanças nas ideias que contribuem para a sociedade e para as mudanças sociais. No âmbito dos significados que as pessoas atribuem às coisas, Weber utilizou o termo alemão, “verstehen” para discutir a nossa compreensão profunda daqueles significados. Como a cultura se baseia em símbolos e os símbolos, para o serem, precisam de ter significados, compreender os símbolos é, então, um elemento essencial na compreensão da sociedade.

poder e legitimidade (tanto em termos micro como macrosociologia); fase 3: Uma agenda para alterar a situação; e fase 4: Uma avaliação do cumprimento da situação na prática.

Em educação as fases de Habermas são explicitadas por Smyth (1989) da forma seguinte: descrição (o que estou a fazer?); informação (o que significa isto?); confronto (o que fiz para ficar assim?) e reconstrução (como eu poderia fazer as coisas de forma diferente?). Estas fases remetem para a investigação em educação para uma teoria e prática reflexiva, sem teoria a reflexão é oca, sem prática a reflexão é vazia.

2. As oficinas de formação como modelo para o desenvolvimento profissional

Um dos objetivos do estudo desta dissertação foi promover o desenvolvimento pessoal e profissional dos professores em contexto de formação contínua. Os recursos tecnológicos pelo seu formato em CD-ROM, endereços eletrónicos e plataformas digitais enquadram-se nas tecnologias de informação e conhecimento. Alguns dos conteúdos desses recursos, em particular, das plataformas digitais estão apresentados numa forma que facilita a sua aplicação em aula mesmo por professores que não possuam muitos conhecimentos em tecnologias de informação e comunicação. Especialmente a existência de apliquetas construídas em programas de geometria dinâmica ou em programas em *flash* ou mesmo as questões de escolha múltipla envolvendo a verificação e avaliação de conhecimentos.

Pelos motivos anteriormente apresentados foi pensada uma modalidade de formação de professores assente no modelo F@R: Formação-Ação-Reflexão proposto por Costa e Viseu (2007). Para estes autores, “a ideia central deste modelo é que as oportunidades de desenvolvimento profissional dos professores não ocorram apenas nos momentos e espaços que tradicionalmente ocorrem, antes funcionem como ponto de partida para o trabalho dos professores com os seus alunos (ação), equacionando e desencadeando situações concretas de exploração das tecnologias disponíveis em cada contexto e no quadro dos respetivos projetos curriculares de turma. A atividade curricular desenvolvida por alunos e professores constituirá, por sua vez, oportunidade privilegiada de análise crítica (reflexão), quer ao que respeita às estratégias e recursos utilizados e suas implicações nas práticas de trabalho usuais, sem computadores, quer no que respeita aos resultados conseguidos e aos benefícios que o seu uso terá, ou não, proporcionado, de forma a conduzir a novas necessidades e oportunidades de formação, e assim sucessivamente” (p. 241).

Os estudos de Costa e Peralta (2006), por exemplo, destacam que mesmo quando os professores estão motivados para o uso das tecnologias é muito escasso o seu uso no quotidiano. Como resultado a reter deste estudo salientam-se os seguintes: i) o pouco conhecimento dos professores inquiridos (uma amostra de cerca de 700 professores de Portugal, Espanha, Itália, Grécia e Holanda) sobre como usar as TIC ao serviço da aprendizagem; ii) um uso, em geral, sem ligação explícita e clara a princípios sólidos sobre uma determinada perspectiva de aprendizagem; iii) algum conhecimento sobre como usar os computadores para diferentes atividades profissionais relacionadas com a docência, mas não em classe, com os alunos; iv) constatação de que as TIC ainda não mudaram de forma substancial as atitudes, papéis e modos de ensinar desses professores.

O modelo F@R aplicado nas oficinas de formação, nas quais foram recolhidos os dados para esta dissertação, assentou na formação de professores tendo como focos:

- A mudança de atitudes dos professores face às tecnologias de informação e comunicação e o seu potencial para uso em contexto educativo (Costa, 2005).
- Uma estrutura suportada não apenas na aquisição de conhecimentos sobre as tecnologias disponíveis, mas, sobretudo, no modo de adquirir esse conhecimento, sendo aí particularmente relevantes as oportunidades de exploração que os professores tiveram para realizar, com os seus alunos, em situações concretas de utilização e com a possibilidade de recurso a assessoria pedagógica (neste caso os formadores) à medida que aplicaram as suas ideias na prática (Showers, Joyce e Bennett, 1987).
- Uma especial atenção ao desenvolvimento da capacidade de manipular as novas tecnologias enquanto ferramentas de aprendizagem, em sintonia com a reflexão sobre os novos papéis do professor e tendo como objetivo ajudar os alunos a serem eles próprios construtores de currículo, a refletirem sobre o que estão a aprender, a desenvolver estratégias de aprendizagem autónomas, com a utilização da tecnologia (Jonassen, 2000; UNESCO, 2002).
- A familiarização com os recursos tecnológicos e a reflexão sobre as respetivas potencialidades de exploração pedagógica, a formação envolveu diretamente os professores na análise do *software* disponível. Em vez da ênfase de uma avaliação centrada na produção de juízos de valor quantitativos, de caráter sumativo e normalmente reduzidos a sistemas de classificação muito redutores, aos professores foi dada a oportunidade de se envolverem no processo de análise e formulação de juízos de valor qualitativo e descritivo, constituindo esse mesmo processo uma estratégia privilegiada de formação em ordem a uma maior e pedagogicamente mais adequada utilização do *software* em atividades curriculares (Costa e Viseu, 2007).
- A análise de cada recurso foi feita em torno da reflexão com base em critérios predominantemente pedagógicos, como a pertinência, relevância e adequação aos objetivos curriculares e às aprendizagens de caráter transversal para que o currículo remete.

Nas oficinas foi seguido um plano geral que contemplou três momentos de aprendizagem e reflexão específicos: momentos presenciais com todos os professores e com propósitos diferenciados; momentos de trabalho autónomo, de natureza individual ou em pequeno grupo, em função da estratégia delineada por cada professor ou equipa de professores; e momentos de trabalho à distância, apoiados pelas disciplinas criadas para cada oficina na plataforma *moodle* com a função, entre outras, de acompanhar os professores na concretização das atividades previstas com os seus alunos.

A formação contínua de professores em Portugal prevê diferentes modalidades de formação em contexto, por causa da natureza do estudo que se pretendia realizar optou-se pela modalidade em *Oficina de Formação*. Esta modalidade de formação contínua predominantemente realizada segundo componentes do saber-fazer prático ou processual é orientada para os seguintes objetivos: Delinear ou consolidar procedimentos de ação ou produzir materiais de intervenção, concretos e identificados, definidos pelo conjunto de participantes como a resposta mais adequada ao aperfeiçoamento das suas intervenções educativas; Assegurar a funcionalidade (utilidade) dos produtos obtidos na oficina,

para a transformação das práticas; Refletir sobre as práticas desenvolvidas; Construir novos meios processuais ou técnicos. Pela sua natureza, a modalidade Oficina ajusta-se predominantemente à área da prática e investigação pedagógica e didática nos diferentes domínios da docência.

A Oficina é uma das modalidades de formação contínua em que a identificação prévia e objetiva das necessidades de formação desempenham um papel relevante. Apesar de ser uma ação eminentemente prática, importa que na Oficina, tal como noutras modalidades de formação, sejam criadas situações de socialização, em que cada um dos participantes relate as suas práticas efetivas, as partilhe com os colegas, as interrogue, e que a partir deste trabalho equacione novos meios, processuais e técnicos, de as pôr no terreno. Para isso, é da maior importância o estabelecimento de mecanismos muito simples de regulação, quer do trabalho realizado na Oficina, quer da aplicação, no terreno, dos materiais ali produzidos. Entre esses mecanismos deve, em particular, prever-se a existência de "sessões presenciais conjuntas", nas quais os docentes que integram a Oficina produzem trabalho conjunto, de natureza reflexiva ou prática. No plano conceptual, essas "sessões presenciais conjuntas" devem corresponder a situações separadas no tempo pela aplicação no terreno das propostas e dos materiais produzidos: 1ª Situação: Decorrente de um quadro de análise pré-estabelecido, relato de aspetos das práticas dos participantes, partilha e debate sobre o material existente, conhecimento de outros materiais apresentados pelo formador; 2ª Situação: Regulação e avaliação das atividades e dos materiais de intervenção, bem como dos resultados com eles atingidos em resposta às necessidades previamente sentidas. Em princípio, o período de realização de uma Oficina de Formação não deve ultrapassar um ano letivo. O número de horas das "sessões presenciais conjuntas" de uma Oficina oscilará entre 15 e 50 horas (em regulamento para acreditação e creditação de ações de formação na modalidade Oficina de Formação, em vigor a partir de maio de 1999).

2.1. As oficinas de formação

Para a recolha de dados foram acreditadas oficinas de formação contínua, nos anos letivos 2009/10 e 2010/11, denominadas: *aplicações matemáticas com utilização de recursos tecnológicos* (AMURT). Estas oficinas de formação foram criadas para se estudar a interação dos professores com as tarefas com utilização dos recursos tecnológicos e decorreram ao longo de um período letivo. Duas oficinas foram realizadas durante o primeiro período (entre setembro e dezembro) do ano letivo de 2009/10 e uma terceira teve lugar durante o terceiro período (entre março e junho) do ano letivo de 2010/11. As oficinas de formação AMURT tiveram a duração de setenta horas das quais trinta e cinco foram presenciais.

As oficinas foram dinamizadas em três locais diferentes e cada uma delas envolveu, maioritariamente, professores de três concelhos do distrito de Setúbal, Almada e Seixal as AMURT I e Sesimbra a AMURT II.

A necessidade de acreditar uma oficina de formação de nível II prendeu-se com o facto da edição dos materiais eletrónicos por parte das editoras ter sido alvo de alguns obstáculos, nomeadamente no que se refere à avaliação dos manuais proposta pelo Ministério da Educação. No ano letivo 2007/2008, já a lei n.º 47/2006 de 28 de agosto se referia à avaliação e certificação dos

manuals escolares, o que só se veio a concretizar nesse ano letivo para alguns dos anos de escolaridade. Este impasse parece ter feito com que os primeiros materiais que tinham começado a ser produzidos em 2002, para apoiar os manuais escolares de matemática A e B e matemática aplicada às ciências sociais do ensino secundário, e em 2006, para o ensino básico, não sofressem grandes alterações até 2008. Com a certificação e avaliação dos manuais escolares de matemática dos 7.º ano e 10.º ano no ano letivo 2010/11 as editoras reformularam a forma como passaram a apresentar os materiais eletrónicos aos alunos e professores. Estes materiais serão discutidos no capítulo seguinte.

Na proposta de acreditação das oficinas de formação, os formadores propunham produzir, nos formandos, os efeitos seguintes ao nível da prática:

- Reflexão sobre as vantagens e desvantagens dos materiais eletrónicos de apoio aos manuais.
- Reflexão sobre diferentes formas de rentabilizar os equipamentos, anteriormente referidos, nas aprendizagens dos alunos.
- Seleção de tarefas a partir destes materiais, no contexto dos programas de Matemática.
- Experimentação em sala de aula, de pelo menos, uma das tarefas desenvolvidas.
- Criação de mecanismos de recolha de evidências das aprendizagens dos alunos ajustados às tarefas desenvolvidas.
- Experimentação da utilização de um quadro interativo para implementação de uma tarefa proposta num dos recursos informáticos desenvolvidos pelas editoras.

Nas oficinas propunha-se ainda uma prática pedagógica e didática que implicava a experimentação de metodologias, materiais e instrumentos de avaliação adequados aos programas de matemática, nomeadamente sobre: I- Visão global dos programas de matemática – Objetivos; Competências gerais e específicas; Temáticas e conteúdos; Sugestões metodológicas; Avaliação. II- Visão pormenorizada dos manuais adotados nas escolas dos formandos que possuem recursos informáticos como materiais de apoio e complemento. III- Elaboração de tarefas e instrumentos de avaliação adequados.

A sequência de ações propostas aos professores nas oficinas de formação foi a seguinte:

1. Análise das planificações a médio prazo realizadas pelos professores nas suas escolas.
2. Seleção do conteúdo matemático dessa planificação a ser preparado durante o período em que decorreu a ação de formação.
3. Análise do recurso tecnológico que acompanhava os manuais adotados nas escolas.
4. Seleção, adaptação ou criação de tarefas a serem aplicadas com utilização dos recursos tecnológicos em pelo menos uma turma de cada professor.
5. Construção dos cenários de exploração didática, com a definição das suas componentes: artefactos disponíveis, a situação matemática e as configurações dos modos de exploração.
6. Período de aplicação nas turmas.
7. Apresentação da reflexão sobre o desempenho didático.

As trinta e cinco horas presenciais das oficinas de formação decorreram durante dez sessões de três horas e a última teve a duração de cinco horas. Na primeira sessão os participantes após a apresentação individual, foram registados em três disciplinas criadas na plataforma *Moodle* (uma para cada oficina), onde foram partilhados todos os retornos escritos produzidos (separados por: análise e

descrição dos conteúdos dos recursos tecnológicos que acompanhavam os manuais; os documentos propostos aos alunos nas aulas que envolveram a utilização dos recursos e finalmente a análise descritiva dessas aulas). Nas sessões seguintes, os professores começaram por se organizar, em pares ou em pequenos grupos, da mesma escola ou a lecionar o mesmo ano de escolaridade. Em seguida analisaram as planificações a médio prazo construídas nas suas escolas, e selecionaram o ou os conteúdos matemáticos dessa planificação que seriam lecionados durante os meses em que decorria a formação e após a análise dos recursos tecnológicos, começaram a definir os cenários de exploração didática, que iriam aplicar nas suas turmas. Os professores selecionaram, adaptaram ou construíram as tarefas a serem aplicadas numa das suas turmas com utilização dos recursos tecnológicos. Em grande grupo foram apresentadas e discutidas as componentes do cenário de exploração didática (artefactos disponíveis, a situação matemática e as configurações dos modos de exploração). A cada professor foi deixada a liberdade de integrar ou não as propostas dos formadores e dos pares. Após aplicação nas suas turmas, cada professor apresentou, em grande grupo, as reflexões sobre o seu desempenho didático.

Nas duas primeiras oficinas os recursos tecnológicos foram facultados pelos formadores, a maioria dos professores sabia da existência destes materiais, tinha tido acesso a alguns CD-ROM durante as sessões de apresentação dos manuais escolares dinamizadas pelas editoras, mas não tinha investido tempo na sua análise e exploração. Na terceira oficina os professores estavam familiarizados com a existência das duas plataformas, os formadores apenas explicaram as diferenças no modo de funcionamento de cada plataforma e informaram sobre as editoras que pertenciam a cada uma.

Os formadores discutiram durante a preparação das tarefas para a oficina de formação se, à imagem de outras formações que já haviam preparado, haviam ou não de facultar artigos de suporte teórico sobre o ensinar matemática com significado, sobre o ensino da matemática com a utilização das novas tecnologias, com a discussão de produções dos alunos, ou mesmo enunciados de tarefas. Mas não chegaram a uma conclusão, a experiência de outras formações não tinha evidenciado grande vantagem para os professores, a leitura desses suportes escritos foi sempre acompanhada de análises ou relatos muito sintéticos. Quanto ao disponibilizar enunciados de tarefas, a experiência de outras formações tinha mostrado que os professores optavam por replicar essas em vez de outras. No final das duas primeiras oficinas de formação, quando questionados sobre o assunto, apenas quatro professores de uma das oficinas referiram que sentiram a falta de algum suporte teórico. Todavia, poderia ter sido benéfico, na fase dos relatos escritos, ter providenciado, para modelo, alguns artigos onde se apresentassem análises de produções dos alunos.

3. Os participantes

O estudo envolveu 63 professores de 24 escolas básicas e secundárias do distrito de Setúbal distribuídas por três oficinas de formação que foram realizadas em locais diferentes, definidas daqui para a frente por oficina de formação A, oficina de formação B e oficina de formação C.

O tempo de serviço dos professores participantes e a sua situação profissional nas escolas conduziu à divisão em: quadros de escola ou de agrupamento de escolas (QE), são aqueles professores que estão efetivos numa escola isolada ou numa escola agrupada com outras, os quadros de zona pedagógica (QZP), são aqueles professores que estão afetos a escolas de uma zona pedagógica do país e, finalmente, os contratados (C), são aqueles professores que ainda não estão afetos nem a uma zona, nem a uma escola. O quadro 3.1. resume a categoria e o tempo de serviço:

Quadro 3.1. Categoria e tempo de serviço.

Categoria	Tempo de serviço dos professores (em anos)
Contratado (C)	Menos de 10
Quadro de zona pedagógica (QZP)	Entre 10 e 15
Quadro de escola ou de agrupamento de escolas (QE)	Mais de 15

As categorias foram definidas em função do tempo de serviço e da situação na carreira dos professores que participaram nas oficinas de formação. O tempo de serviço e a categoria dos professores foi obtido por questionamento durante as sessões presenciais da formação. O quadro 3.2. resume o número de professores por categoria que participaram voluntariamente em cada uma das oficinas de formação:

Quadro 3.2. Número de professores participantes por categoria profissional em cada oficina de formação.

Categoria profissional dos professores / Número de professores envolvido por OF	OF_ A	OF_ B	OF_ C	Total
Contratado (C)	2	5	10	17
Quadro de zona pedagógica (QZP)	5	5	0	10
Quadro de escola ou de agrupamento de escolas (QE)	14	12	10	36
Total	21	22	20	63

Os professores analisaram os recursos tecnológicos que acompanhavam os manuais escolares de matemática do ensino básico e do ensino secundário de matemática A e matemática aplicada às ciências sociais de seis editoras diferentes, que não são identificadas para assegurar o seu anonimato, sendo denominadas por editora A, B, C, D, E e F.

Todos os professores que participaram nas oficinas estiveram envolvidos em pelo menos um dos programas de formação associados à implementação de programas novos de matemática a saber: programa de acompanhamento local de professores de matemática do ensino secundário (PAL), que decorreu entre os anos letivos de 1997/98 e 2000/02, e o plano de ação para a matemática (PAM I e II), que decorreu entre os anos letivos de 2006/07 e 2011/12 (vacionado para o ensino da matemática dos 1.º, 2.º e 3.º ciclos). Estes programas foram desenvolvidos em reuniões

mensais dinamizadas por professores que receberam formação dos autores dos programas oficiais com professores de escolas vizinhas. Nestas reuniões foram trabalhados temas associados aos conteúdos, metodologias de aula, competências gerais e transversais e instrumentos de recolha de evidências das aprendizagens dos alunos apresentados nos textos dos programas oficiais. Aos professores que participavam nas reuniões foram apresentadas tarefas para o ensino básico e para o ensino secundário para serem desenvolvidas pelos alunos em atividades com recurso à tecnologia, em particular com calculadoras gráficas, a folha de cálculo excel e programas de geometria dinâmica (como por exemplo: The Geomter's Sketchpad, Geogebra e Cinderella).

Cerca de 40 professores dos envolvidos nas AMURT tinham participado nas reuniões que a investigadora dinamizou no âmbito do PAL e do PAM I. Portanto, a maioria dos professores que pertencia a escolas vizinhas já se conhecia e havia trabalhado juntos em situação idêntica à que aconteceu nas AMURT.

4. As técnicas de recolha de dados

Os dados foram recolhidos nas oficinas de formação dinamizadas por dois formadores, a investigadora e um professor de educação matemática. A investigadora teve o papel de observadora participante, os professores foram informados na primeira sessão de cada oficina de formação que os dados recolhidos iriam fazer parte de um estudo e foi-lhes garantido o anonimato.

Bailey (1978) identifica algumas vantagens associadas à observação participada: os estudos com observação são superiores às experiências e levantamentos, quando os dados são recolhidos sobre o comportamento não-verbal; nos estudos com observação os investigadores são capazes de discernir como ocorre o comportamento em andamento e são capazes de fazer anotações apropriadas sobre as suas características mais salientes; como as observações do estudo de caso têm lugar durante um período longo de tempo, os investigadores podem desenvolver relações mais íntimas e informais com aqueles que estão a observar, geralmente em ambientes mais naturais do que aqueles em que as experiências e as pesquisas são conduzidas; as observações do estudo de caso são menos reativas do que outros métodos de recolha de dados. Patton (1990, p. 202) defende que os dados observados permitem ao investigador entrar e compreender a situação que está a descrever.

As observações foram semiestruturadas, os trabalhos dos professores em pares e em pequenos grupos nas sessões presenciais foram acompanhados pela investigadora de forma sistemática. Interessava procurar hipóteses uma vez que não estavam definidas à partida para serem testadas. Os dados recolhidos nas observações foram revistos antes de se procurarem explicações para o que foi observado e registado das oficinas de formação.

A investigadora elaborou um diário com notas de campo sobre os acontecimentos de cada sessão presencial das três oficinas. Em particular, foram registados os diálogos entre a formadora e os pequenos grupos, na fase de seleção, adaptação e construção das tarefas. Nas sessões em que os professores apresentaram em grande grupo os elementos dos cenários de exploração didática e em que ocorreram diálogos que envolveram dúvidas, questões e sugestões dos professores participantes e dos formadores foram também registados os diálogos. A mesma metodologia foi

seguida após as sessões que envolveram as reflexões sobre os desempenhos didáticos e os trabalhos desenvolvidos nas oficinas.

A produção oral e a produção escrita dos professores assumem neste estudo o papel dos gestos para Trouche (2004) e dos sinais para Bussi e Mariotti (2008), representam a forma visível dos esquemas de utilização que os professores desenvolveram nas suas ações de preparação de aulas, mediadas por artefactos, os recursos tecnológicos e na reflexão sobre o desempenho didático individual com as turmas. A produção oral e a produção escrita dos professores foram a fonte principal de recolha de dados, mas foram complementados pelos diálogos estabelecidos, entre a investigadora e os professores, entre o outro formador e os professores e finalmente, entre os dois formadores no acompanhamento das ações desenvolvidas, no decorrer das oficinas de formação. As produções apresentam as mesmas limitações dos gestos e dos sinais, uma vez que são apenas uma ínfima parte dos esquemas de utilização desenvolvidos pelos professores.

Em anexo estão apresentados os dois documentos elaborados pelos formadores para a recolha da produção escrita dos professores, discutidos no capítulo seguinte; um para a descrição e análise dos recursos tecnológicos e o outro para a reflexão sobre o desempenho didático do professor. Para a produção escrita do cenário didático de exploração não foi dado nenhum guião, foi deixada liberdade ao professor de o apresentar de acordo com o formato que lhe fosse mais familiar. Os formadores apenas assinalaram o que deveria constar dessa produção escrita: conteúdo matemático, objetivos previstos no programa oficial, documentação produzida pelo professor (por exemplo: fichas de trabalho, guião de utilização de uma *apliqueta*, enunciado de uma tarefa), organização dos alunos na aula, materiais tecnológicos disponíveis e a estratégia para a recolha de evidências das aprendizagens dos alunos. Na produção oral os professores discutiram apenas os documentos que seriam apresentados aos alunos incluindo, quando foi o caso, os instrumentos de avaliação.

5. A análise dos dados

Bogdan e Biklen (1994) caracterizam a análise dos dados como sendo o processo de busca e de organização de todo o material que se foi reunindo, com o objetivo de aumentar a compreensão desse material e de permitir a apresentação do que se encontrou aos outros.

A análise dos dados recolhidos permitiu caracterizar: os formatos dos recursos tecnológicos que acompanham os manuais escolares, as suas potencialidades e restrições enquanto recurso tecnológico e as suas propostas enquanto recurso produzido. As produções orais e escritas pelos professores e o acompanhamento dos seus trabalhos nas três oficinas permitiu identificar e distinguir os esquemas de utilização que elaboraram durante o processo de construção de cenários didáticos de exploração e na reflexão sobre os seus desempenhos didáticos. As potencialidades e restrições destes esquemas de utilização foram mobilizados para o refinamento de uma ferramenta de análise de tarefas que se pretende que providencie retorno aos professores no sentido da promoção do seu desenvolvimento pessoal e profissional.

Segundo Bogdan e Biklen (1994), a análise envolve o trabalho com os dados, a sua organização, divisão em unidades manipuláveis, síntese, procura de padrões, descoberta de aspetos

importantes e do que deve ser aprendido e a decisão sobre o que se vai transmitir aos outros. Para Ludke e André (1986) a análise dos dados implica dois momentos: 1) a organização de todo o material, dividido em partes; 2) a procura de relações entre essas categorias. Os mesmos autores definem três processos analíticos para a análise dos dados: 1) a análise durante a recolha de dados; 2) a criação de categorias e 3) a construção de teoria. No entanto, a análise dos dados requer processos intermédios que são ditados pela maximização da informação obtida à medida que se vai apresentando, interpretando e validando o que se recolheu.

Da análise das produções obtidas, nos três momentos descritos, e da leitura do diário construído com as notas de campo resultantes das produções orais nas sessões presenciais, foram identificados os esquemas de utilização associados à génese instrumental e documental que facilitam a compreensão dos processos associados às ações de mediação dos professores no seu trabalho com os recursos tecnológicos.

CAPÍTULO 4

Os processos de instrumentação e os processos de instrumentalização

Os homens são sábios na proporção, não da sua experiência, mas da sua capacidade para pensarem a experiência.

Se fosse possível aprender apenas através da experiência, então as pedras de Londres seriam mais sábias que o mais sábio dos homens.

(Bernard Shaw, Máximas para revolucionários)

Este capítulo vai ser norteado pela procura de evidências que permitam chegar a quatro objetivos desta dissertação: identificar os esquemas de utilização dos professores nas ações mediadas pelos recursos tecnológicos que acompanham os manuais; identificar tipos de interação entre os professores e estes recursos tecnológicos; identificar orquestrações instrumentais que os professores utilizam quando trabalham com estes recursos tecnológicos e promover o desenvolvimento pessoal e profissional dos professores em contexto de formação contínua.

Os recursos tecnológicos trabalhados pelos professores foram propostos pelas editoras como complemento dos manuais escolares e podem distinguir-se em três tipologias: CD-ROM, endereços eletrónicos e plataformas digitais. Os endereços eletrónicos representam a tipologia mais antiga que deu lugar, depois da certificação dos manuais de matemática dos 7.º ano e 10.º ano, em 2010/11, a duas plataformas: Banco de Recursos Interativos para Professores (BRIP) e a Plataforma de Apoio Digital.

Os dados foram recolhidos no contexto de três oficinas de formação dinamizadas com três *coletivos* de professores, que ao longo de um período letivo produziram um conjunto de documentos. As produções obtidas nos três coletivos serão discutidas no contexto da dimensão *do trabalho documental* do professor, definido no enquadramento teórico desta dissertação.

Neste capítulo são analisados os dados recolhidos para esta dissertação segundo a *dimensão instrumental e documental* do quadro teórico deste estudo. Na análise dos dados, procuraram-se evidências dos esquemas de utilização associados aos processos de instrumentação e instrumentalização das duas géneses: *instrumental* e *documental* e do seu contributo para o desenvolvimento pessoal e profissional dos três *coletivos* de professores observados no contexto particular do estudo.

Alguns pressupostos foram assumidos para a recolha de dados:

a) É necessária uma observação durante um determinado período de tempo sobre as restrições práticas de um artefacto, pois os esquemas de utilização associados às *géneses instrumental e documental* são processos contínuos.

b) Uma parte importante do trabalho dos professores ocorre para além da presença dos alunos (na escola, em casa, em ações de formação para professores, etc). Importa, pois, olhar com atenção para estes diferentes locais.

c) Os professores foram acompanhados durante um período letivo, sensivelmente, três meses, durante a sua participação numa oficina de formação contínua. Assume-se que, a recolha dos recursos documentais utilizados e produzidos (tarefas, fichas de trabalho, guiões de utilização de um determinado *software*, instrumentos de avaliação, etc.) no trabalho de documentação dos professores, representa uma amostra dos esquemas de utilização por estes desenvolvidos na ação mediada pelos recursos tecnológicos.

d) Os professores foram acompanhados durante o seu trabalho com os recursos tecnológicos. Assume-se que o acompanhamento do trabalho produzido ao longo da oficina de formação serve o objetivo pragmático de recolher as produções dos professores antes e depois das aulas e permite o retorno sobre a sua postura reflexiva (Schön, 1983) sobre as decisões tomadas.

Como foi apresentado no capítulo anterior, após a identificação dos recursos tecnológicos (daqui em diante denominados por RT), disponíveis para cada manual adotado nas escolas, foram analisados em pequenos grupos de professores e a seguir apresentados por estes em grande grupo. Esta análise permitiu evidenciar potencialidades e restrições dos RT. Permitiu ainda que todos os professores envolvidos ficassem a conhecer RT dos manuais diferentes dos adotados nas suas escolas. A interação entre os professores e os RT vai ser discutida a partir das produções orais e escritas apresentadas pelos professores após as fases de discussão em pequeno e grande grupo. Essas produções representam os mecanismos que evidenciam a construção dos esquemas de utilização individuais e sociais desenvolvidos pelos professores durante o seu trabalho documental.

Na análise dos dados recolhidos, os RT, enquanto artefactos mediados pelos professores assumem duas componentes: uma componente primária como *artefactos tecnológicos* apresentados, em formato tecnológico, pelas editoras dos manuais adotados nas escolas; e uma componente secundária como *artefactos produzidos*, resultante da interação dos professores com os seus conteúdos, em forma de tarefas, apliquetas construídas com diferentes *softwares*, jogos, testes de verificação de conhecimentos, formato digital (*pdf*) dos manuais do professor e do aluno, etc.

A seguir são apresentados os *esquemas de utilização* construídos pelos professores na ação mediada pelos RT para a transformação destes em *instrumentos* e *documentos*. O capítulo está dividido em pontos: no ponto um apresenta-se os resultados da análise dos *processos de instrumentação* e *instrumentalização* associados à *génese instrumental*, caracterizados a partir dos *esquemas de uso* e *esquemas instrumentados de ação* dos professores. Este ponto conclui-se com a reflexão sobre a reunião de condições que conduziram os professores à transformação do *artefacto tecnológico* em *instrumento*. No ponto dois, segue-se um caminho idêntico mas desta vez para a apresentação dos resultados da análise dos *processos de instrumentação* e *instrumentalização* associados à *génese documental*, caracterizados a partir dos *esquemas de uso* e *esquemas instrumentados de ação* dos professores. Este ponto conclui-se com a reflexão sobre a reunião de condições que conduziram os professores à transformação do *artefacto produzido* em *documento*.

1. Os processos de *instrumentação* e *instrumentalização* da *génese instrumental*

Na *génese instrumental*, isto é, associada às ações de mediação dos professores com os RT enquanto artefactos tecnológicos, distinguem-se dois processos: um de *instrumentação* no sentido da ação do artefacto em relação ao sujeito (o professor) a que estão associados os *esquemas de uso* e outro de *instrumentalização* no sentido da ação do sujeito (o professor) em relação ao artefacto a que estão associados os *esquemas instrumentados de ação*.

Estes esquemas foram caracterizados a partir dos *esquemas de utilização* que se inferem da análise das produções orais, informais com os formadores durante os trabalhos em pequenos grupos e formais durante as apresentações em grande grupo, e que foram trianguladas com as produções escritas dos professores. Operacionalmente, os *esquemas de uso* são aqueles que surgem da análise das potencialidades e restrições dos RT, mas em que os professores apenas descrevem os seus conteúdos, sem uma análise comparativa com o currículo prescrito ou sem uma referência à sua utilização em aula. A noção de uso aqui não implica uma prática didática, mas apenas uma observação resultante do primeiro contato com os conteúdos dos RT.

Os *esquemas instrumentados de ação* são aqueles que resultam da análise das potencialidades e restrições dos RT e estão imbuídos de uma ação centrada na utilização em aula. Os professores, para além da descrição dos conteúdos, dos RT, evidenciam a forma como podem construir com ele um cenário de exploração didática, focado ou no currículo prescrito ou na tecnologia disponível nas suas escolas ou nas características dos alunos das suas turmas ou numa combinação de pelo menos dois destes focos. Neste caso, os professores identificam o conteúdo matemático que vão preparar com o RT ou referem genericamente como o podem aplicar nas suas aulas.

1.1. Do artefacto tecnológico aos professores – o processo de *instrumentação*

A figura 4.1. destaca o processo de *instrumentação* da *génese instrumental* que se vai apresentar, os professores desenvolveram *esquemas de uso* que irão ser analisados.

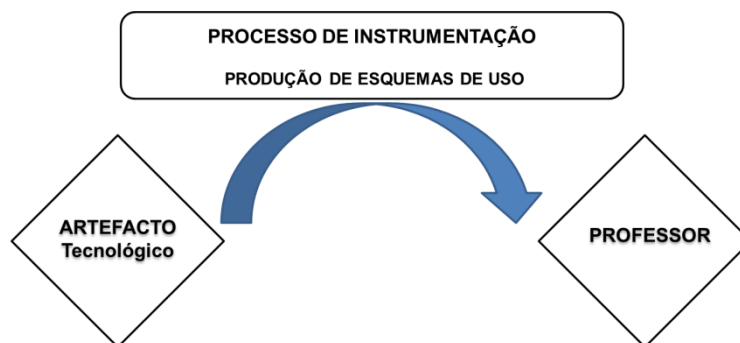


Fig. 4.1. O processo de *instrumentação* da *génese instrumental*.

A propósito da análise dos RT que acompanham os manuais adotados nas suas escolas foi solicitado o preenchimento da grelha que se apresenta no anexo 1 que constitui uma produção escrita dos professores. Para este registo escrito foi pedido pelos formadores uma análise sobre a adequação dos conteúdos e das metodologias propostas nos RT ao currículo prescrito. No decorrer das três oficinas de formação, durante as sessões em que se realizou esta tarefa, os professores tiveram acesso ao currículo prescrito, quer em suporte papel, quer em suporte informático.

O quadro 4.1. apresenta uma síntese do número de professores, as suas categorias profissionais e a tipologia dos RT analisados em cada oficina de formação. Como os professores lecionam turmas de anos diferentes e com manuais diferentes, nesta fase existem grupos que analisaram mais do que um RT. A cada produção escrita foi atribuída uma letra associada à oficina em que foi recolhida e um número para os distinguir entre si. Como foi caracterizado no capítulo anterior as categorias dos professores foram distinguidas em contratados (C), quadros de zona pedagógica (QZP) e quadros de escola ou agrupamentos de escolas (QE). As editoras foram denominadas por A, B, C, D, E e F.

No quadro são evidenciadas as categorias profissionais dos professores porque se esperava que existisse uma relação entre a análise de maior pormenor dos conteúdos dos RT associada a um maior número de anos de experiência profissional. Mas a análise das produções escritas não foi conclusiva nesse sentido, efetivamente nestes três coletivos de professores, os pequenos grupos não realizaram análises de maior pormenor dos RT por terem, na sua constituição, professores com mais anos de ensino.

Quadro 4.1. Recursos tecnológicos analisados por grupos de professores em cada oficina de formação.

Oficinas de Formação	Grupos	Categorias	Tipologia de RT analisados
A 1.º Período de 2009/10	1	2 C 3 QE	CD-ROM 7.º Ano - Editora B Endereço eletrónico 7.º Ano - Editora B Endereço eletrónico 7.º Ano http://sitio.dgidec.min-edu.pt ¹
	2	3 QZP	Endereço eletrónico 9.º Ano - Editora B CD-ROM 9.º Ano - Editora D
	3	2 QZP	CD-ROM 10.º Ano Matemática A (do professor) – Editora A CD-ROM 10.º Ano Matemática A (do aluno) – Editora A
	4	2 QE	CD-ROM 10.º Ano Matemática A – Editora B
	5	2 QE	CD-ROM 10.º Ano Matemática A – Editora A CD-ROM 10.º Ano Matemática A – Editora D
	6	3 QE	CD-ROM 11.º Ano Matemática A – Editora B
	7	4 QE	CD-ROM 11.º Ano Matemática A – Editora A CD-ROM 12.º ano Matemática A – Editora A
B 1.º Período de 2009/10	1	2 QZP	CD-ROM 7.º Ano - Editora B
	2	1 C 1 QE	CD-ROM 7.º Ano – Editora C
	3	2 C	CD-ROM 7.º Ano – Editora D
	4	2 QE	CD-ROM 8.º Ano – Editora B
	5	1 C 1 QE	CD-ROM 8.º Ano – Editora E
	6	2 QE	Endereço eletrónico 9.º Ano - Editora B
	7	2 QZP	Endereço eletrónico 9.º Ano - Editora B
	8	1 QZP 1 QE	CD-ROM 9.º Ano – Editora F
	9	1 C 1 QE	CD-ROM 10.º Ano Matemática A – Editora A
	10	2 QE	CD-ROM 10.º Ano Matemática A – Editora A
	11	2 QE	CD-ROM 12.º Ano Matemática A – Editora A

Quadro 4.1. Recursos tecnológicos analisados por grupos de professores em cada oficina de formação (continuação).

Oficinas de Formação	Grupos	Categorias	Tipologia de RT analisados
C 3.º Período de 2010/11	1	1 C	Plataforma 7.º Ano – Editora B
	2	2 C	CD-ROM 7.º ano – Editora B Plataforma 7.º Ano – Editora B
	3	1 QE	Plataforma 7.º ano – Editora D
	4	1 QE	Plataforma 7.º Ano – Editora D
	5	2 C	Plataforma 7.º Ano – Editora F
	6	2 C 1 QE	Endereços eletrónicos 7.º Ano (Academia Khan e Instituto Freudenthal) http://www.khanacademy.org/ http://nlvm.usu.edu/en/nav/frames_asid_324_g_4_t_2.html
	7	1 C	CD-ROM 8.º Ano – Editora B
	8	1 QE	CD-ROM 8.º Ano - Editora D
	9	3 QE	Endereço eletrónico 9.º Ano - Editora B
	10	1 C	Endereço eletrónico 9.º Ano - Editora B
	11	3 QE	Plataforma 10.º Ano Matemática A – Editora B
	12	1 C	Plataforma 10.º Ano MACS – Editora B

Nota¹ Materiais disponibilizados durante e após a experimentação nas turmas-piloto da aplicação do novo programa de matemática para o ensino básico iniciado em 2008/09 no sétimo ano de escolaridade.

Nos três coletivos foi possível encontrar grupos formados só por professores contratados ou quadros de zona pedagógica que desenvolveram análises dos RT com maior pormenor e centrados nos focos que a seguir se apresentam, assim como foi possível encontrar professores com muita experiência que apenas apresentaram uma listagem dos conteúdos dos RT.

Os endereços eletrónicos de algumas editoras não possuíam materiais envolvendo os conteúdos a lecionar durante o período em que decorreram as oficinas, daí que alguns professores tivessem optado por analisar materiais de outras editoras diferentes das dos manuais adotados nas suas escolas, em particular os dos ambientes digitais matemáticos do Instituto Freudenthal e da Academia Khan. O primeiro trata-se de um ambiente baseado na *web* que integra um sistema de gerenciamento de conteúdos, uma ferramenta de autoria e um sistema de registo dos alunos e que disponibiliza os conteúdos sob a forma de apliquetas e módulos. A segunda é uma organização educacional sem fins lucrativos criada em 2008 pelo norte-americano Salman Khan, com o objetivo de facultar uma educação de alto nível para qualquer pessoa em qualquer lugar, por meio de vídeo-aulas, uma plataforma de exercícios *online* e relatórios para o acompanhamento da aprendizagem dos alunos aberta a qualquer utilizador. Em 2012, a Fundação Lemann, em parceria com o Instituto Península e o Instituto Natura, iniciou um trabalho de tradução dos vídeos para o português, e de adaptação da plataforma de exercícios e relatórios para o contexto brasileiro.

Da análise do quadro conclui-se que, na oficina de formação C sete dos vinte professores trabalharam individualmente porque não foi possível agrupar nem por escola, nem por nível de ensino, nem por RT. Esta oficina foi a que reuniu professores de mais escolas, no entanto, em muitos casos só participou um professor da escola. Ao contrário do que aconteceu nas outras duas oficinas em que se inscreveram pelo menos dois professores de cada escola, na oficina de formação B participaram todos os professores de uma das escolas do concelho do Seixal.

Nas oficinas de formação A e B os formadores solicitaram a análise completa dos RT. No entanto, após a leitura das produções concluíram que a maioria era descritiva, não contendo uma análise. A causa poderia estar na extensão da proposta, por isso, na oficina de formação C, os formadores solicitaram primeiro a análise dos conteúdos do RT relacionados com os que os

professores tinham selecionado lecionar no contexto das planificações das suas escolas durante a oficina e depois, se houvesse tempo a análise dos restantes materiais. Apresentam-se em seguida exemplos de *esquemas de uso* dos professores através de algumas transcrições das produções escritas com a simples descrição dos conteúdos dos RT.

Por exemplo, o grupo 2 da oficina de formação A apresenta simplesmente uma listagem dos conteúdos do CD-ROM do 9.º ano da editora D.

Conteúdos programáticos do 9º ano
Adequado ao programa em vigor
Abordagens didáticas
- Vídeos introdutórios de cada conteúdo
- Explicação interativa
- Exercícios interativos
- Testes no final de cada capítulo
- Teste global

(Produção do grupo 2 da oficina de formação A)

Apesar destes professores terem também analisado o endereço eletrónico de outra editora, não há qualquer análise comparativa entre os dois RT.

Segue-se outro exemplo da apresentação dos conteúdos do CD-ROM do décimo ano de matemática A da editora B:

Começa por nos apresentar a lista dos temas do programa do 10º ano, podendo o utilizador escolher qualquer um.

Os temas abordados no CD são:

1. Módulo Inicial

Sólidos Platónicos. Quadriláteros. Números Racionais

2. Geometria no Plano e no Espaço

Secções determinadas num cubo por um plano. Caracterização métrica das secções. Sólidos de Arquimedes. Método Cartesiano no Plano. Método Cartesiano no Espaço. Distância entre dois pontos. Lugares geométricos. Vetores livres no Plano e no Espaço. Componentes e coordenadas de um vetor. Operações com vetores. Retas no Plano e no Espaço. Exercícios.

3. Funções e Gráficos

Introdução ao estudo das funções. Conceito de Função. Propriedades das funções. Função afim. Transformações e simetrias do gráfico de uma função. Função módulo. Função quadrática. Função quadrática – Equações e Inequações. Parábola. Funções polinomiais – terminologia e operações. Funções polinomiais – teorema do resto. Funções polinomiais de grau superior ao segundo. Exercícios.

4. Estatística

Generalidades sobre estatística. Organização e interpretação de caracteres estatísticos. Medidas de localização. Distribuições estatísticas com dados agrupados em classes. Medidas de dispersão. Distribuições bidimensionais. Exercícios

(Produção do grupo 4 da oficina de formação A)

A produção escrita seguinte é mais um exemplo de uma apresentação da listagem de conteúdos do CD-ROM da editora A para o décimo ano da matemática A, mas que permite concluir que apesar da organização dos temas respeitar a do currículo prescrito tal como o RT da editora B, os seus conteúdos são diferentes. Efetivamente os RT para o mesmo ano de ensino das diferentes editoras apresentam uma diversidade de recursos didáticos, em grande parte associada à

importância atribuída a cada tema do currículo prescrito e como resultado da interpretação dos autores do RT.

O CD está organizado de acordo com o programa de Matemática A do 10.º Ano (Módulo inicial, Geometria, Funções e Estatística).

- O módulo inicial tem tarefas interativas referentes a: Propriedade dos quadriláteros; Relação de Euler; A construção da flor; Poly (planificação de poliedros).

- Na geometria as tarefas são: Secções no cubo (jogo); Dual de um poliedro; Domínios planos; Jogo de simetria (dois modelos, aumenta o grau de dificuldade – tempo); Coordenadas de pontos no espaço (jogo); Às voltas com circunferências e círculos; Planos de simetria do cubo e planos bissetores (jogo); Simétricos de pontos no espaço em relação a um plano (jogo).

- No que diz respeito às funções as tarefas são as seguintes: À procura de um modelo; Função quadrática – transformação de funções (jogo) – O jogo não permite introduzir um número fracionário; Transformações de funções.

- Na estatística apresenta apenas uma tarefa sobre dados agrupados em classes.

(Produção do grupo 3 da oficina de formação A)

A produção seguinte é mais uma listagem dos conteúdos do CD-ROM do décimo segundo ano de matemática A da editora A. Daqui é possível concluir que, dentro da mesma editora, a organização era a mesma para cada ano de ensino. A editora A propõe uma organização em tudo semelhante às propostas para o RT do décimo ano, predominando as propostas de apliquetas construídas em programas de geometria dinâmica e em flash sobre diferentes conteúdos matemáticos.

Para apoiar a atividade letiva e percorrendo os três temas do programa (Probabilidades e Combinatória, Introdução ao Cálculo Diferencial e Trigonometria e Números complexos), os suportes didáticos fornecem vários tipos de materiais.

Probabilidades e Combinatória

- Aplicações que fazem simulações e realizam experiências que facilitam a formulação de conjecturas para 3 problemas/atividades do manual.

Introdução ao Cálculo Diferencial

- Revisão das transformações gráficas- função quadrática (aplicação dinâmica)
- Funções racionais – gráficos (aplicação dinâmica)
- Limites de funções racionais – cálculo e interpretação gráfica (aplicação dinâmica)
- Derivada de uma função num ponto – interpretação geométrica (aplicação dinâmica)
- Construção do gráfico da função inversa
- Construção do gráfico de uma função exponencial e respetiva inversa
- Comparação entre o crescimento exponencial/logarítmico com o da potência (aplicação dinâmica com pouco interesse)
- Estudo de famílias de funções exponenciais – proposta de trabalho do manual (aplicação dinâmica)
- Resolução geométrica de uma atividade do manual que permite deduzir as propriedades operatórias dos logaritmos
- Aplicação dinâmica que relaciona uma função com a segunda derivada (detetámos que nalgumas funções derivadas não são respeitados os domínios)
- Resolução de algumas atividades de modelação do caderno de atividades e do manual

Trigonometria e Números complexos

- Aplicações dinâmicas para exploração do círculo trigonométrico, gráficos e redução ao 1º quadrante (revisão)
- Representação de domínios planos (revisão)
- Resolução de algumas atividades de modelação do caderno de atividades e do manual pouco interessante
- Aplicações dinâmicas para representação de números complexos na forma algébrica e trigonométrica, adição na forma algébrica, multiplicação na forma trigonométrica e domínios planos na variável complexa

(Produção do grupo 7 da oficina de formação A)

A produção seguinte é mais uma vez a descrição do CD-ROM do décimo segundo ano de matemática A da editora A. Mas desta vez o grupo teve o cuidado em descrever o RT em sintonia com o manual, daí a numeração apresentada das páginas.

O CD contém o índice com os três temas do programa:

- Tema I – Probabilidades e Combinatória
- Tema II – Introdução ao Cálculo Diferencial
- Tema III – Trigonometria e Números Complexos

O Tema I contém três atividades:

Lei de Laplace/conceito frequencista- problema 5, pág. 81

Triângulo de Pascal- atividade 17, pág. 70

Aplicação ao cálculo de probabilidades /contagem – problema 11 da pág. 84

O Tema II inicia com uma revisão sobre funções racionais, limites em funções racionais, função inversa, transformações geométricas e derivada de uma função num ponto. De seguida, aborda as funções exponenciais e logarítmicas, cálculo diferencial e modelação matemática.

Funções exponenciais e logarítmicas:

- Funções exponenciais e logarítmicas como funções inversas uma da outra
- Comparação entre crescimento exponencial e da potência (pág.135)
- Proposta de trabalho – famílias de funções / modelação (pág. 138)
- Propriedades operatórias da função logarítmica – atividade 6 (pág. 146)
- Comparação ente crescimento do logaritmo e da potência (pág.152)

Cálculo diferencial:

- Estudo comparativo de uma função, função derivada e segunda derivada.

Modelação matemática:

- Exercícios 17, 18 e 19 do caderno de atividades (pág. 32- 34)
- Atividades práticas

O tema III faz uma revisão das funções trigonométricas, a partir do círculo trigonométrico e dos domínios planos.

Trigonometria/modelação matemática:

- Caderno de atividades, exercício 22
- Atividades praticas, problema 7(pág. 327)

Números complexos:

- Forma algébrica – adição de complexos (pág. 336)
- Forma trigonométrica- multiplicação de complexos (pág. 344)
- Domínios planos e condições de variável complexa (pág.363)

(Produção do grupo 11 da oficina de formação B)

Nas oficinas de formação B e C, os professores também apresentaram listagens dos conteúdos dos RT. Por exemplo, as produções seguintes são a listagem dos conteúdos do CD-ROM do sétimo ano da editora C e do CD-ROM do oitavo ano da editora D.

O CD apresenta alguns itens que poderão ser explorados:

Apresentação (PDF); Ser Professor de Matemática (PDF); Parte1-Desenvolvimento Curricular; Parte2- Guião do Professor; Parte 3-Fichas; Parte4-Registos do Professor; Parte 5-Preparação de Exames; Parte6-Transparências; Parte7- Fichas de Lógica (contém 10 fichas); Parte8: The Geometer's Sketchpad (dois documentos);

Refira-se que os documentos existentes no CD, até à parte 5 (inclusive) encontram-se no Livro do Professor. O Cd permite optar por ouvir a música instrumental que possui.

(Produção do grupo 2 da oficina de formação B)

Este CD está dividido por unidades temáticas e dentro de cada unidade temática tem uma secção dedicada aos Jogos Didáticos, Testes interativos, Contos, Resumos teóricos, exemplos de geometria dinâmica (sempre que a temática proporcionasse a utilização deste tipo de software), bem como propostas de trabalho de investigação, nomeadamente na unidade das Translações e Lugares geométricos.

(Produção do grupo 7 da oficina de formação C)

No entanto era também visível da análise das produções escritas que os conteúdos de alguns RT eram efetivamente muito pobres, como se conclui da listagem do CD-ROM do nono ano da editora F.

O CD é composto essencialmente por PDF's do livro e do livro de Atividades, abarcando também alguns exercícios do Livro do Professor.

(Produção do grupo 8 da oficina de formação B)

A produção que se segue apresenta uma listagem dos conteúdos do CD-ROM para o sétimo ano da editora B e facilmente se verifica que a organização é muito diferente da proposta da editora C anteriormente apresentada.

e-Manual do aluno CD – Este CD, resume-se a um guia de estudo, composto por resumos da matéria, exemplos e alguns exercícios para resolução. No final de cada capítulo é composto ainda por testes, passatempos, jogos e alguns links de interesse.

e-Manual do professor na plataforma – Quanto a mim encontra-se um pouco desatualizado, pois essencialmente é composto por aplicações interativas pertencentes à [...], muito poucos exercícios interativos e informação adicional (soluções).

No capítulo Semelhança, o qual mais me debrucei uma vez que as minhas aulas se focariam nesse capítulo, existe:

- Planificação da unidade;
- Exploração de desafio que se encontra na margem do manual;
- Sequência de aprendizagens da plataforma da editora B;
- Um único exercício interativo exclusivo do manual (construção de figuras semelhantes);
- Informação adicional (soluções).

(Produção do grupo 2 da oficina de formação C)

A produção seguinte é uma listagem dos conteúdos da plataforma para o sétimo ano da editora D e propõe outra abordagem para apresentação dos temas do currículo prescrito.

EQUAÇÕES

- Teste: Teste interativo diagnóstico-equações
- Link: Árvores algébricas
- Link: Biografia Diofanto de Alexandria; Al-Kwarizmi; François Viète; René Decartes
- Animação: Expressão algébrica com variáveis
- Animação: Conceitos básicos
- Powerpoint: Equações
- Animação: Equações equivalentes
- Powerpoint: Classificação de equações
- Link: Equações
- Animação: Equações com parênteses
- Animação: Resolução de equações
- Doc. Pdf: O Sr. Inverso
- Link: Balanças algébricas
- Jogo: Equaciómetro
- Animação: Resolução de problemas utilizando equações
- Link: Biografia George Polya; Aryabhata; Diofanto de Alexandria; Anania Shirakatsi; Bhaskara II
- Teste: teste interativo equações

(Produção do grupo 3 da oficina de formação C)

A produção seguinte é uma listagem dos conteúdos da plataforma para o sétimo ano da editora F, mais elaborado, comparados com as propostas contidas na plataforma da mesma editora

para o mesmo nível de ensino. A descrição evidencia uma evolução qualitativa na diversificação dos conteúdos das plataformas quando comparados com os dos CD-ROMs iniciais.

CD-ROM do professor com planificações, testes, atividades/exercícios interativos, vídeos e apresentações em Powerpoint apenas disponíveis para o professor; também com acesso ao E_Book;

- Plataforma da Editora com os mesmos recursos descritos anteriormente. Neste é possível guardar os planos de aula, links e recursos diversos do professor (ficheiros em Word e links). Os recursos disponibilizados são os da [...] e os criados pela editora para completar o manual. É possível ver os recursos e adicioná-los segundo vários tipos: sequências de aprendizagem, desenvolvimento de conteúdos, exercícios interativos, animação, vídeo, imagem ou esquema, informação adicional, link, manual, materiais para imprimir, ficheiros de apoio em Excel e Geogebra de apoio à resolução das tarefas e simulação. Na secção “Os meus recursos”, guardam-se os planos de aula que se podem agrupar por categorias (o equivalente a pastas), facilitando uma melhor organização. Não é possível aos alunos terem acesso a este plano nem a estes recursos “individualmente”, não se podendo fazer trabalho autónomo inicial de exploração.

- Quando se acede ao E_Book, se existem recursos naquela determinada página, aparecem na margem direita, sendo possível adicioná-los ao plano de aula. É também possível adicionar outros recursos.

- CD-ROM Guia do aluno com resumos dos conteúdos, atividades interativas, testes, passatempos e jogos. Nem todos os alunos têm na sua posse este CD-ROM. É possível copiar os seus conteúdos para os computadores ou outro suporte e trabalhar a partir do mesmo. A partir deste recurso e com o código inscrito no CD-ROM o aluno tem acesso ao E_Manual.

(Produção do grupo 5 da oficina de formação C)

No início do ano letivo 2009/10, ou seja, à data das primeiras oficinas de formação, a Direção Geral de Inovação e Desenvolvimento Curricular do Ministério da Educação estava a disponibilizar materiais de apoio ao novo programa de matemática para o ensino básico de escolaridade no endereço eletrónico e distinguia-se das editoras pela diversidade de materiais que apresentava. Para além das sebatas com as tarefas experimentadas nas turmas-piloto, apresentava um conjunto alargado de endereços eletrónicos com propostas diversificadas. No entanto, apenas uma das escolas participantes tinha começado a aplicar o novo programa ao sétimo ano e por esse motivo apenas os três professores dessa escola se mostraram interessados em explorar este portal.

Os *esquemas de uso* apresentados permitem inferir que os materiais disponibilizados nos RT analisados nas oficinas de formação A e B, em formato de CD-ROM e endereços das editoras revelaram-se bastante incompletos se pensarmos em termos de representatividade dos conteúdos programáticos presentes no currículo. Algumas editoras limitaram-se a apresentar exemplos de partes do manual em pdf, algumas ferramentas para temas específicos, testes de avaliação e autoavaliação, por vezes autocorretivos, questionários de escolha múltipla, explicações de conteúdos específicos em *powerpoint* e por vezes algumas apliquetas construídas em programas de geometria dinâmica ou outros *softwares* didáticos que permitiam aos alunos alguma manipulação e exploração dos conceitos. Foi ainda possível encontrar algumas apresentações de conteúdos gravados em vídeo ou áudio. Para a preparação das oficinas de formação A e B, os formadores realizaram uma análise dos conteúdos dos RT, a maioria em formato de CD-ROM, que iriam ser trabalhados pelos professores. Efetivamente, para as matemáticas do ensino secundário havia uma editora com propostas em formato de apliquetas em programas de geometria dinâmica e *flash* que apoiavam a resolução de tarefas apresentadas no manual escolar. Mas para o ensino básico os materiais que

existiam apresentavam erros científicos e preconizavam maioritariamente exposições dos temas do currículo prescrito em formato de vídeos. Exceção feita para a editora D que tinha desenvolvido para o sétimo ano um CD-ROM com propostas interessantes e variadas, que iam desde jogos, a apliquetas em programas de geometria dinâmica e passavam por testes de verificação de conhecimentos. No entanto, a interrupção no processo de adoção de manuais levou os autores deste recurso tecnológico a comercializar o CD-ROM do oitavo ano separado do manual.

Com o início da certificação e avaliação dos manuais escolares em 2010/11, as editoras reformularam os materiais eletrónicos para alunos e professores. A reorganização das principais editoras em grupos fez com que as propostas digitais fossem otimizadas, passando a oferta destes materiais a ser canalizada para plataformas de acesso condicionado quer para professores, quer para alunos. Surgem desta forma dois grandes grupos, cada um munido de uma plataforma onde se disponibilizam diversos conteúdos eletrónicos associados aos manuais escolares das diferentes disciplinas e em particular da matemática. Trata-se das plataformas Banco de Recursos Interativos para Professores (BRIP) (figura 4.2.) e Plataforma de Apoio Digital (figura 4.3.).

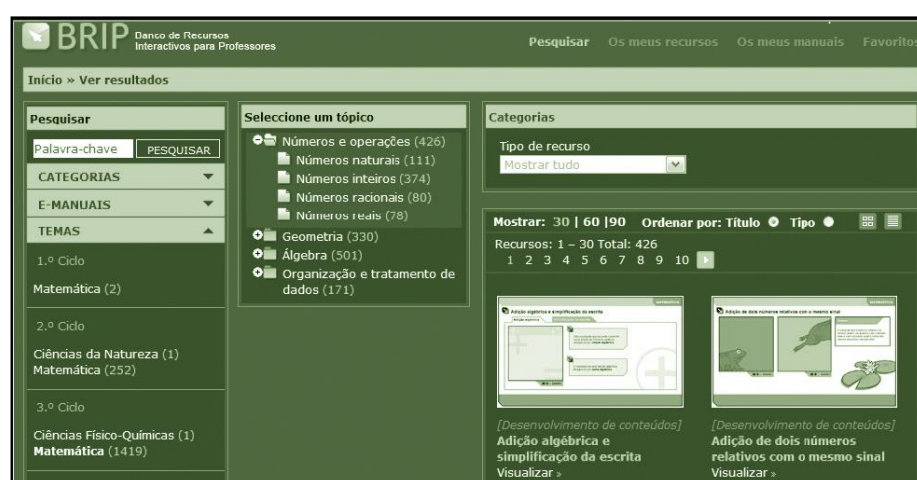


Fig. 4.2. Página de abertura da plataforma BRIP (acedida em abril de 2012).



Fig. 4.3. Página de abertura da Plataforma de Apoio Digital (acedida em abril de 2012).

Em cada uma das plataformas são disponibilizados um conjunto de recursos tecnológicos interessantes e diversificados. Em ambos os casos o ponto de partida é o manual em formato digital, que reproduz em formato *pdf* o manual do aluno. Na plataforma BRIP, ao folhearem-se as páginas dos manuais virtuais, vão aparecendo ligações a recursos variados, que podem ser a simples solução de um exercício, a resolução interativa de um problema, apliquetas em *softwares* de geometria dinâmica como o *Geogebra* ou em programas de traçado de gráficos, pequenos filmes ilustrativos dos conceitos em estudo e jogos interativos. Na Plataforma de Apoio Digital os recursos aparecem alinhados em sequência com as páginas do manual. Para além dos recursos, as plataformas apresentam ainda outras funcionalidades com o objetivo de ajudar o professor na tarefa de planificação das aulas. Estes portais de dados permitem ao professor a utilização de recursos e ainda a hiperligação a outros endereços eletrónicos disponibilizados na internet. Esta forma de organizar e planear as sequências de tarefas proporciona ao professor uma maior diversidade de materiais acessíveis num curto espaço de tempo, proporcionando assim a possibilidade de apresentar os conteúdos de uma forma mais apelativa, diversificada e motivadora para os alunos. O CD-ROM do aluno contempla alguns dos recursos das plataformas e um código de acesso às plataformas em particular ao manual em formato digital.

Neste estudo apenas os dados recolhidos na oficina de formação C envolvem as plataformas e os professores que estavam a lecionar os 7.^o ou 10.^o anos, por se tratarem dos níveis de escolaridade com novos manuais avaliados e certificados.

1.2. Dos professores ao *artefacto tecnológico* – o processo de *instrumentalização*

A figura 4.4. destaca o *processo de instrumentalização* da *génese instrumental* que se vai apresentar, os professores desenvolveram *esquemas instrumentados de ação* que irão ser analisados.

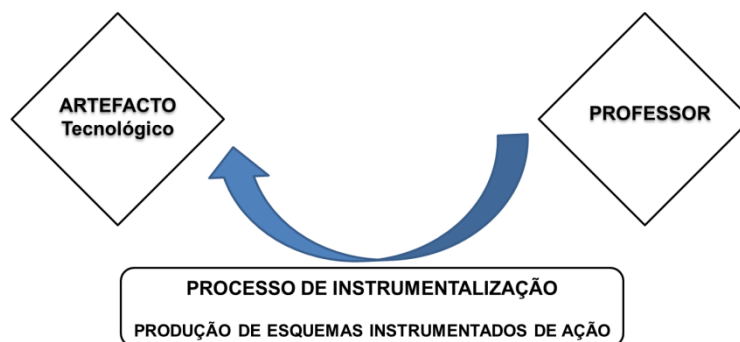


Fig. 4.4. O processo de instrumentalização da génese instrumental.

As produções escritas dos professores, nas primeiras sessões das oficinas de formação, sobre as restrições e potencialidades dos RT, evidenciam também *esquemas instrumentados de ação* que vão além da descrição dos conteúdos e formato dos RT porque contêm ideias para aplicações em aula. As ações contidas nos esquemas dos professores têm focos diferentes, apesar

de a proposta apresentada pelos formadores ter sido a mesma, e podem ser centrados no currículo prescrito ou na tecnologia disponível, centrados nos alunos ou em combinações de pelo menos dois destes focos.

Segue-se um exemplo de uma produção que evidencia *esquemas instrumentados de ação* centrados na tecnologia. O professor apresenta uma síntese das ações que desenvolve com os RT que acompanham o manual adotado e explica como ultrapassa as limitações da sua escola relativamente à utilização de tecnologia em aula.

“Com o manual do professor vem um CD-ROM que contém algumas apresentações, na minha opinião, não muito produtivas.

Como complemento do manual, costumo utilizar a plataforma [editora B] que permite visualizar animações referentes aos diferentes conteúdos e algumas aplicações interativas. Embora as animações existentes na plataforma sejam um pouco expositivas, normalmente, utilizo-as para introduzir os temas e, posteriormente, discutir em grande grupo.

Também tenho acesso ao ebook da [editora B], onde consigo visualizar o manual em formato eletrónico e, à medida que vou folheando o livro, vão surgindo os recursos referentes às diferentes páginas. Estes recursos apenas diferem dos que existem [em outro apoio eletrónico da editora] porque surgem as resoluções dos exercícios que constam no manual e os planos de aula sugeridos pelos autores. O facto de podermos projetar o manual, na minha opinião é útil, por exemplo, na resolução de exercícios que recorram a gráficos ou imagens quer para eu explicar algo relativo ao que os alunos estão a observar quer para os alunos explicarem como resolveram os exercícios.

Para trabalhar, por exemplo, com *software* de geometria dinâmica, na escola existem alguns portáteis que podem ser requisitados, mas nem sempre funcionam corretamente. Como alternativa, solicito aos alunos que tragam os seus computadores portáteis”.

(Produção do grupo 1 da oficina de formação C)

No exemplo que se segue a produção também evidencia *esquemas instrumentados de ação* centrados na tecnologia. Os professores apresentam o tema e como vão utilizar os conteúdos do RT.

“A atividade a realizar será implementada no 7º ano de escolaridade, capítulo Semelhança de Figuras, e terá como intuito a exploração de uma tarefa recorrendo-se ao *software* Geogebra e posteriormente a apresentação de aplicação interativa existente na plataforma (...) a qual, mostra o processo de Ampliação/Redução de uma figura semelhante recorrendo ao Método de Homotetia”.

(Produção do grupo 2 da oficina de formação C)

No exemplo seguinte, o professor apresenta um *esquema instrumentado de ação* centrado na tecnologia, e para além de uma síntese das ações que é possível desenvolver com o RT refere as limitações da sua escola quando pretende utilizar estes recursos didáticos.

“De referir que, por o livro adotado na escola ser o da [editora B], temos acesso a quase todos os recursos interativos [plataforma B], bem como o e-manual, contudo para a sua visualização é necessário que o computador esteja ligado à internet. Nesta escola os projetores são emparelhados com os computadores via Wireless, não sendo possível os computadores estarem ligados a redes diferentes inviabilizando a utilização do e-manual em sala de aula”.

(Produção do grupo 7 da oficina de formação C)

Na produção escrita seguinte, os *esquemas instrumentados de ação* são centrados na tecnologia e nos alunos. O professor apresenta uma síntese das ações que desenvolve com os RT que acompanham o manual adotado na sua escola e as atividades que os alunos realizam.

“Selecionei a seguinte sequência: powerpoint-Equações, applet-Balanças algébricas e a animação-Equações equivalentes, por entender que esta opção possibilita explorar os conteúdos a lecionar, intercalando momentos expositivos que requerem concentração (com a aplicação de powerpoints que considero apelativos para os alunos), com outros momentos mais interativos e em que os alunos desenvolvam um trabalho mais autónomo (através da manipulação do applet e da animação)”.

(Produção do grupo 4 da oficina de formação C)

Nos exemplos seguintes os *esquemas instrumentados de ação* são centrados na tecnologia e nos alunos. Os professores apresentam uma síntese das ações que é possível desenvolver em aula e com os alunos.

“Como os materiais acima descritos não apresentam nenhuma tarefa interativa, irei utilizar o CD [da editora B] – Matemática 9.º ano para analisar a aprendizagem dos alunos e as mais-valias de ensino com este tipo de recurso, numa aula de Matemática. Para aprofundar o estudo deste recurso tecnológico na aprendizagem dos alunos, pretendo examinar o trabalho de um grupo de três discentes, que irão estudar alguns tópicos do CD nas aulas de Estudo Acompanhado e a respetiva apresentação dos conceitos apreendidos numa aula de Matemática.

O CD tem alguns vídeos e atividades interativas que serão explorados com e pelos alunos referentes às unidades “Sólidos geométricos. Áreas e volumes.” e “Circunferência e polígonos. Rotações.””.

(Produção do grupo 10 da oficina de formação C)

“Este exemplo requer a interpretação das tabelas como do esquema representado [no manual] relativo aos horários. Com a projeção no quadro-interativo, torna-se muito mais fácil a explicação por parte da professora, podendo mesmo escrever e fazer anotações no mesmo.

Após a exploração do exemplo, a professora pedirá aos alunos que realizem o teste interativo sobre tarifários que se encontra no CD-ROM que adquiriram com o manual”.

(Produção do grupo 12 da oficina de formação C)

Nos exemplos seguintes os *esquemas instrumentados de ação* são centrados na tecnologia e nos alunos. Os professores apresentam uma síntese das ações que é possível desenvolver em aula e com os alunos autonomamente, mas evidenciam também as restrições dos conteúdos do RT.

“Através do CD é possível ligarmo-nos diretamente ao ALEA [Ação Local Estatística Aplicada é um acesso disponível na internet que se constitui no âmbito da Educação, da Sociedade da Informação, da Informação Estatística, da Formação para a Cidadania e da Literacia Estatística como um contributo para a elaboração e disponibilização de instrumentos de apoio ao ensino da Estatística para os alunos e professores do Ensino Básico e Secundário] onde se pode explorar alguns exemplos interessantes.

Qualquer aluno interessado poderá explorar este CD cimentando e aperfeiçoando os conhecimentos adquiridos.

Mesmo assim o material em análise é pouco interativo precisando pois de uma melhoria acentuada”.

(Produção do grupo 8 da oficina de formação B)

“Consideramos que o CD do aluno não lhe permite, de um modo global, a sua utilização para uma aprendizagem sistematizada e autónoma. Contudo, algumas aplicações, como o jogo “Secções no cubo” permitem esse tipo de aprendizagem.

Inclui ainda um jogo de escolha múltipla com exercícios de revisão que abordam todos os temas”.

(Produção do grupo 9 da oficina de formação B)

Nos dois exemplos seguintes os *esquemas instrumentados de ação* são centrados na tecnologia, nos alunos e no currículo prescrito, os professores apresentam uma síntese das ações que vão desenvolver com os RT, as atividades que os alunos vão realizar e fazem uma análise comparativa entre os conteúdos do manual e os do currículo prescrito.

“Na (...) estão disponíveis dois vídeos para a multiplicação de números inteiros. Considerou-se que o primeiro era adequado à faixa etária dos alunos, sendo possível que estes compreendessem a matéria apresentada. No caso do segundo, relativamente à multiplicação de números com o mesmo sinal, a explicação é excessivamente artificiosa o que pode levar a que alunos desta idade tenham algumas dificuldades na interpretação e compreensão dos conteúdos. Deste modo, para desenvolver este assunto recorre-se então à tarefa disponibilizada pelo Ministério da Educação que apresenta o mesmo conceito de uma forma mais acessível e que leva que os alunos, de um modo intuitivo, consigam por eles mesmo identificar as regras para a multiplicação.

Dado estar-se a lecionar os novos programas da matemática existe alguma discrepância relativamente ao que é sugerido pelo manual adotado pela escola e pelo que é considerado o conteúdo a lecionar nos novos programas. Assim, nem todos os alunos adquiriam manual visto este ser poucas vezes utilizado. Contudo, é possível recorrer a ele para resolver alguns exercícios. Uma forma de utilizar o manual sem que todos os alunos o tenham é projetar a página com os exercícios escolhidos na tela ou quadro interativo. Torna-se então necessário recorrer ao e-book como modo de complementar as atividades propostas na tarefa 5 – multiplicação de números inteiros”.

(Produção do grupo 1 da oficina de formação A)

“O CD aborda todos os conteúdos do programa, de uma forma que consideramos adequada, apresentando uma forma específica de organização dos mesmos. Tal é notório ao nível do tema “Os números racionais” que inclui o capítulo “Ainda os números” e os capítulos “Proporcionalidade Direta” e “Semelhança de figuras” que não são apresentados no seguimento um do outro.

Os autores propõem este CD como uma ferramenta pedagógica que pode ser explorada como fonte de estudo e investigação autodidática por parte dos alunos ou orientada pelo professor. Verificámos, porém, que em algumas abordagens didáticas, tais como, os exercícios de geometria dinâmica, é necessária uma orientação do professor ou do manual, onde é apresentado o guia de utilização das ferramentas do *software* “Cinderella”.

Como aspetos positivos deste CD consideramos a sua interface gráfica, a organização, a facilidade de utilização e o facto de abordar todos os conteúdos programáticos de 7º ano.

Relativamente aos aspetos menos conseguidos, considerámos que residem na falta de estratégias de exploração nos exemplos e exercícios de Geometria Dinâmica, na falta de um guia de utilização das ferramentas do *software* “Cinderella” e na desadequação gráfica de algumas questões dos testes interativos”.

(Produção do grupo 3 da oficina de formação B)

No exemplo seguinte os *esquemas instrumentados de ação* são centrados na tecnologia, nos alunos e no currículo prescrito, mas os professores salientam as restrições do RT no contexto da metodologia preconizada no novo programa de matemática do ensino básico.

“Consideramos que a forma limitada de utilização dos recursos ao professor impede a implementação das estratégias e metodologias do Novo Programa da Matemática, obrigando a que se façam aulas “expositivas”. Isto é, só um aluno de cada vez é que pode manipular os recursos impedindo também o desenvolvimento do trabalho e da aprendizagem em grupo. Alguns dos recursos fazem primeiro uma apresentação teórica do assunto em estudo e só depois apresentam os problemas. Segundo o Novo Programa da matemática, a aprendizagem dos alunos deve iniciar-se pela exploração de uma tarefa na qual devem verificar-se conexões, o que ajuda os alunos a conjecturar sobre o assunto que se pretende estudar/ ensinar. É de referir que em alguns dos recursos se verificam imprecisões científicas e, por isso, leva a que o professor não considere benéfico a sua utilização”.

(Produção do grupo 5 da oficina de formação C)

Em comparação com as duas primeiras oficinas, as produções escritas da oficina de formação C evidenciam mais *esquemas instrumentados de ação* o que permite inferir que a opção dos formadores em restringir a análise dos conteúdos dos RT aos conceitos a lecionar se revelou profícua do ponto de vista da qualidade do retorno obtido. No entanto, nesta oficina todos os professores estavam familiarizados com os RT, sabiam da sua existência e procuravam uma formação que lhes permitisse uma maior e melhor utilização dos seus conteúdos, ao contrário do que aconteceu nas outras oficinas em que os professores desconheciam a sua existência ou tinham tido um contato que se limitou à sua apresentação durante a divulgação do manual escolar realizada pelos autores nos encontros organizados pelas editoras. Neste sentido a falta de conhecimento dos RT nas duas primeiras oficinas possivelmente condicionou a análise comparativa destes com o currículo prescrito, estando os professores numa primeira fase, mais preocupados com os *esquemas de uso* dos conteúdos e formatos dos RT.

Como se infere da análise das transcrições das produções escritas, os esquemas que envolvem a ação a desenvolver em aula foram condicionados pela utilização da tecnologia, pelas atividades dos e com os alunos e pela análise comparativa dos conteúdos dos RT com o currículo prescrito. Uma possível explicação para estas diferenças do foco segundo o qual os professores entenderam a sua ação com o RT pode estar relacionada com os *esquemas de uso* no seu contexto real. O centro da ação na tecnologia, nos alunos e no currículo prescrito pode resultar ou do foco com o qual os professores se sentiam mais familiarizados ou daquele que mais os preocupava ou do formato tecnológico do RT ou dos seus conteúdos. Não foi possível triangular os motivos para esta variação de focos durante os retornos orais dos professores, porque nessas apresentações foram salientados apenas os conteúdos dos RT. Em praticamente todos os retornos se percebe qual é o conteúdo matemático que os professores iam trabalhar com os alunos.

No entanto, a predominância do foco na tecnologia justifica-se pelo âmbito das oficinas de formação, pelo formato dos RT, pelos equipamentos tecnológicos das salas de aula das escolas, por exemplo: o número de computadores por aluno, a existência de ligação à internet e de projetores nas salas, os alunos terem ou não adquirido os RT, a possibilidade de replicar os RT. Os ambientes tecnológicos das escolas dos professores que frequentaram as oficinas de formação apresentam grandes contrastes, como se tornará mais visível aquando da apresentação dos cenários de exploração didática. Apesar dos currículos prescritos definirem a utilização da tecnologia como tema transversal, nem todas as escolas possuem salas equipadas com computadores para uso exclusivo da matemática, todavia, em alguns casos é fácil agendar na escola uma sala com computadores. Mas ainda existem escolas em que o ambiente tecnológico que se pode assegurar tem apenas um computador ligado a um projetor e raras vezes com uma ligação à internet. Neste ambiente tecnológico a aula foi necessariamente centrada no professor.

1.3. Do artefacto tecnológico ao instrumento

Neste ponto está em discussão a génese instrumental. A figura 4.5. representa os *processos de instrumentação e instrumentalização* e os *esquemas de utilização* que lhes estão associados

separados em *esquemas de uso* e *esquemas instrumentados de ação*, respetivamente. O professor constrói *esquemas de utilização* que lhe permitem transformar o *artefacto* num *instrumento*. A construção destes esquemas por parte dos professores constitui a *génese instrumental*.

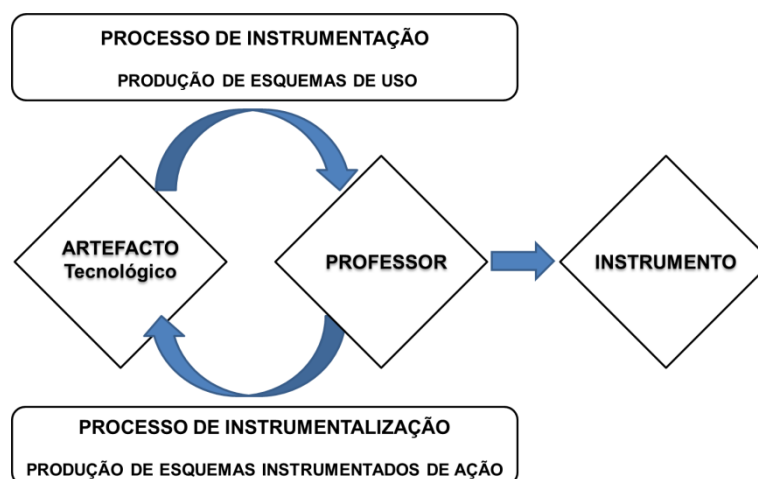


Fig. 4.5. Os processos de instrumentação e de instrumentalização da génese instrumental.

Os conteúdos dos RT, o seu formato tecnológico, as características dos alunos, as indicações metodológicas do currículo prescrito e os ambientes tecnológicos disponíveis nas escolas, nomeadamente, o número de computadores por aluno e a distribuição dos RT na turma são os aspetos que condicionam os *esquemas de utilização* dos professores.

Nas duas primeiras oficinas, poucos professores estavam informados das condições tecnológicas que possuíam nas suas escolas e desconheciam se os seus alunos tinham ou não adquirido os RT que acompanhavam os manuais adotados nas suas escolas. A maioria dos professores que participaram nas oficinas de formação A e B não conhecia os conteúdos dos RT e em alguns casos desconhecia por completo a sua existência. De referir que a venda dos RT aos alunos, em especial no formato de CD-ROM, foi em muitos casos efetuada em separado do manual escolar e com um acréscimo ao valor comercial do manual. Por isso, nem todos os alunos o adquiriram gratuitamente. No entanto, esta situação foi ultrapassada quando as editoras começaram a disponibilizar os materiais nas plataformas.

O quadro 4.2. apresenta uma síntese dos *esquemas de utilização* da *génese instrumental* que resulta da análise das produções escritas. Os *esquemas de uso* definidos pela descrição dos conteúdos do RT ainda que com um grau de pormenor diferente aparecem em todas as produções, mas como se conclui do quadro os *esquemas instrumentados de ação* não têm grande expressão nas duas primeiras oficinas de formação.

Quadro 4.2. Síntese dos esquemas de utilização da génese instrumental.

<i>Esquemas de Utilização</i> Oficina de formação	<i>Esquemas de uso</i> (Descrição do RT)	<i>Esquemas instrumentados de ação</i> (Descrição e análise focada do RT)
A	Todos	1, 5
B		3, 8, 9
C		1, 2, 3, 4, 5, 7, 10, 12

A transformação do *artefacto tecnológico* em *instrumento* não se processou da mesma forma para todos os professores. Apenas nas situações em que se verificaram os dois processos, se considerou que, os professores transformaram o *artefacto tecnológico* em instrumento.

Assim, na fase de análise das potencialidades e restrições dos RT, as produções que envolvem tanto *esquemas de uso*, como *esquemas instrumentados de ação* evidenciam que os professores desenvolveram esquemas de utilização que lhes permitiram a transformação do *artefacto tecnológico* em instrumento. Os dois processos da *gênese instrumental*, a *instrumentação* e a *instrumentalização* ocorrem em simultâneo, o professor apropria o RT na análise que faz das suas restrições e potencialidades e, ao mesmo tempo, evidencia a integração do RT numa configuração didática com o seu uso no contexto da sua escola. As transformações da ação do *artefacto* em relação ao professor e no sentido da ação do professor em relação ao *artefacto* ficam completas, têm lugar os dois processos da *gênese instrumental*.

No entanto, a falta de evidência conjunta das duas formas de *esquemas de utilização*, durante a fase de análise das restrições e potencialidades dos RT, não implica necessariamente que professores não tenham construído instrumentos com o *artefacto tecnológico*. Efetivamente, como se irá apresentar em seguida, todos os professores envolvidos nas oficinas de formação individualmente ou em pequenos grupos prepararam *cenários de exploração didática* com a integração dos RT ajustados aos contextos reais das suas escolas, por conseguinte, pode afirmar-se que, ainda que em fases diferentes, todos os professores desenvolveram *esquemas de utilização* que permitiram a transformação do *artefacto tecnológico* em instrumento.

2. Os processos de *instrumentação* e *instrumentalização* da *gênese documental*

Tal como a *gênese instrumental*, também a *gênese documental* envolve um *processo de instrumentação* no sentido da ação do recurso em relação ao sujeito (o professor) e um *processo de instrumentalização* no sentido da ação do sujeito (o professor) em relação ao recurso. Neste estudo a *gênese documental* diz respeito às ações dos professores mediadas pelos RT enquanto *artefactos produzidos*. Os processos foram caracterizados a partir dos *esquemas de utilização* apresentados nas produções escritas e orais dos professores.

Também na *gênese documental* os *esquemas de utilização* foram separados em *esquemas de uso* e em *esquemas instrumentados de ação*. Os *esquemas de uso* construídos pelos professores assumem a forma de *cenários de exploração didática* cujas componentes são: os *artefactos tecnológicos* disponíveis, a *situação matemática* e *orquestração instrumental*, com as *configurações didáticas* e os seus *modos de exploração*. Os *esquemas instrumentados de ação* são a reflexão dos professores sobre os seus *desempenhos didáticos*, incluindo os *artefactos tecnológicos* e os *artefactos produzidos*, ou seja, da execução e revisão dos documentos que integraram o *cenário de exploração didática*. Em síntese são o retorno que os professores obtiveram das aulas lecionadas.

2.1. Do artefacto produzido aos professores – o processo de instrumentação

Os *esquemas de uso* da *gênese documental* (figura 4.6.) foram operacionalmente definidos através dos *cenários de exploração didática* que foram construídos pelos professores nas oficinas tendo em atenção os RT disponíveis, os ambientes tecnológicos das escolas, a *situação matemática* e a *orquestração instrumental*.

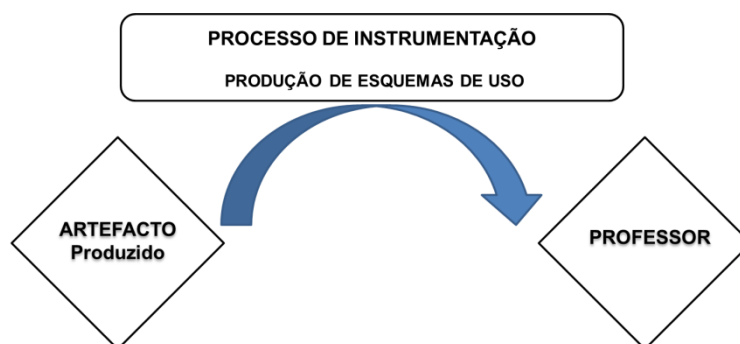


Fig. 4.6. O processo de instrumentação da gênese documental.

Os cenários foram definidos em pequenos grupos de professores e discutidos em grande grupo. O quadro do anexo 2 apresenta um resumo das componentes dos *cenários de exploração didática* construídos, durante as três oficinas de formação, organizados por níveis de ensino e oficina de formação. As colunas do quadro apresentam: uma nomenclatura para facilitar a identificação da oficina em que o cenário foi definido e a sua distinção, a turma, o nível de ensino, os *artefactos tecnológicos* e a *orquestração instrumental* definida pela *configuração didática* (*situação matemática* e *artefactos produzidos*) e os *modos de exploração*.

Para estudar os *artefactos produzidos* pelos professores foi utilizada a caracterização proposta por Brown (2009) que define três formas de interação entre os professores e os materiais curriculares denominadas por *replica*, *adapta* e *improvisa*. No primeiro caso o professor copia as propostas do material curricular na íntegra. No segundo caso o professor segue as sugestões apresentadas no material curricular, mas adapta-as ao seu contexto e às suas preferências. No terceiro caso o professor não segue as sugestões apresentadas pelo autor do material curricular e segue as suas próprias ideias.

Os formadores solicitaram aos professores a apresentação e discussão dos materiais que iriam ser trabalhados com os alunos, em suporte papel. Estes materiais podiam ser, por exemplo: fichas de trabalho com tarefas de exploração, investigação, resolução de problemas, aplicação de conhecimentos, guiões para as apliquetas do RT ou para um *software* específico (por exemplo: o *Geogebra*, o *The Geometer's Sketchpad*). Os RT são recursos de suporte aos manuais escolares, os seus conteúdos assentam na premissa dos autores do manual apresentarem uma tarefa que faça a sua ligação a algum dos conceitos matemáticos apresentados no manual. No entanto, há professores que apesar do RT possuir uma proposta de tarefa optaram por criar outra diferente, mais ajustada à sua prática ou ao ambiente tecnológico das suas escolas.

Aos professores foi deixada a liberdade de não aplicarem o RT que acompanhava o manual da sua escola, se considerassem que não possuía nenhuma proposta sobre o que pretendiam ensinar ou com a qual não se identificassem. Nos casos em que o RT do manual adotado na escola não possuía qualquer proposta para os conteúdos que os professores pretendiam ensinar no período em que decorreram as oficinas foram encontradas outras soluções que passaram ou pela aplicação dos RT de outros manuais ou pela aplicação das propostas disponíveis em endereços da internet, em particular as do Instituto Freudenthal e da Academia Khan. Pontualmente, os professores utilizaram a combinação de dois RT. Saliente-se que nesta fase os professores conheciam um conjunto diversificado de RT, resultado da apresentação, em grande grupo, da análise inicial das suas restrições e potencialidades.

O quadro 4.3. apresenta a síntese dos resultados obtidos na oficina de formação A sobre a produção documental dos professores e a respetiva categorização segundo Brown (2009).

Quadro 4.3. Formas de interação dos professores com os recursos na oficina de formação A.

Formas de interação (segundo Brown, 2009)	<i>Replica</i>	<i>Adapta</i>	<i>Improvisa</i>
<i>Cenário de exploração didática</i> (CED)	5, 6, 9, 10, 11, 12	1, 2, 3, 4, 8	

Na oficina de formação A, apenas no CED 7 um professor não produziu documentos em suporte papel para entregar aos alunos. Em seis cenários foram replicadas as tarefas propostas ou no manual ou no RT, e em quatro deles pretendia-se que os alunos chegassem aos resultados da conjunção e disjunção de condições, da interseção de um plano com um cubo, das simetrias de pontos no espaço e ao processo de reduzir ângulos ao primeiro quadrante através da manipulação das apliquetas dos RT e nos outros dois, através do visionamento dos vídeos dos RT, pretendia-se que os alunos adquirissem os conceitos de radiano e generalização de um ângulo; e ainda as aplicações do produto escalar à geometria. Dos cinco cenários em que os professores adaptaram documentos, quatro são guiões para ajudar os alunos na sua atividade com os RT, que foram inspirados em outros disponíveis nos manuais e noutro os professores adaptaram uma ficha de trabalho das turmas-piloto do programa de 7.º ano de 2008/09, para ser resolvida com o auxílio do vídeo do RT.

Para estudar os *modos de exploração* foram utilizadas os sete tipos de *orquestração instrumentais* propostas por Drijvers (2010, 2012): *demonstração técnica*, *explica o ecrã*, *ligação quadro-ecrã*, *discussão do ecrã*, *assinala e mostra*, *aluno sherpa e trabalha e anda pela sala*. Segue-se uma síntese das características de cada categoria: 1. A orquestração *demonstração técnica* diz respeito à demonstração técnica de ferramentas pelo professor. 2. A orquestração *explicação do ecrã* diz respeito à explicação para toda a turma pelo professor, guiado por aquilo que acontece no ecrã do computador. A explicação vai além das técnicas, e envolve conteúdos matemáticos. 3. Na orquestração *ligação quadro-ecrã*, o professor destaca a relação entre o que acontece no ambiente tecnológico e como isso é representado em matemática convencional com papel, manual e quadro preto. Além do acesso às instalações e tecnologia de projeção, uma configuração didática inclui um quadro preto e uma sala de aula, de tal forma que tanto o ecrã como o quadro são visíveis. 4. A orquestração *discussão do ecrã* diz respeito a uma discussão com a turma toda sobre o que acontece no ecrã do computador. O objetivo é melhorar a génese instrumental coletiva. 5. Na orquestração

assinala e mostra, o raciocínio do aluno é conduzido através da identificação de um trabalho interessante deste durante a preparação da aula, e é usado deliberadamente na discussão em aula. Além do citado anteriormente o ambiente tecnológico apresenta uma configuração didática que inclui o acesso ao trabalho dos alunos durante a preparação da aula. 6. Na orquestração *aluno sherpa*, o denominado aluno sherpa (Trouche, 2004) usa a tecnologia para apresentar o seu trabalho, ou para realizar as ações solicitadas pelo professor. 7. Na orquestração *trabalha e anda pela sala* a configuração didática e os recursos basicamente consistem nos alunos sentados em frente dos seus computadores portáteis, com acesso *wireless* a um módulo apresentado online e o seu trabalho está proposto num capítulo do manual em formato digital (pdf). A este cenário acrescenta-se um quadro preto ou um quadro branco no qual o professor escreve explicações adicionais. O professor anda pela sala e senta-se com os alunos para monitorizar a sua progressão e fornecer respostas quando solicitado.

O quadro 4.4. apresenta as orquestrações instrumentais identificadas durante os retornos orais que os professores fizeram dos documentos que *replicaram*, *adaptaram* ou *improvisaram* para aplicar nas suas turmas e foram trianguladas com os retornos escritos sobre o seu desempenho didático. A numeração na interseção das linhas com as colunas identifica a ordem pela qual as orquestrações foram definidas e desenvolvidas pelos professores no cenário e na aula, respetivamente.

Quadro 4.4. Os tipos de orquestrações instrumentais dos CED da oficina de formação A.

	<i>Demonstração técnica</i>	<i>Explica o ecrã</i>	<i>Ligação quadro-ecrã</i>	<i>Discussão do ecrã</i>	<i>Assinala e mostra</i>	<i>Aluno sherpa</i>	<i>Trabalha e anda pela sala</i>
1							1
2				2			1
3	1						2
4	1						2
5							1
6			1				
7				1			2
8							1
9							1
10				1			2
11							1
12 _A			1				
12 _B				2			1
Totais	2	0	2	4	0	0	11

Na oficina de formação A, dos 12 cenários apresentados, apenas no CED 6 existe um computador ligado a um projetor e um quadro branco com estes artefactos tecnológicos, um dos modos de exploração que se ajustava seria a *ligação quadro-ecrã* e foi o escolhido e desenvolvido pelas professoras. A *apliqueta* do RT foi manipulada pelas professoras para corrigir as atividades que os alunos desenvolveram sem os computadores. No CED 12 foram definidas duas estratégias, o modo de exploração da estratégia A é idêntica à do CED 6. Nos restantes cenários existe um modo de exploração comum a todos - o *trabalha e anda pela sala*. Não se trata do modo tal e qual é definido por Drijvers (2012) uma vez que ele é articulado com outros modos de exploração, nos CED 3 e 4 é antecedido de uma *demonstração técnica* do RT, nos cenários CED 7 e 10 é antecedido de

uma *discussão do ecrã* que acontece aquando do visionamento do vídeo do RT e nos CED 2 e 12 (estratégia B) é precedido de uma *discussão do ecrã* para se discutir com a turma toda a atividade desenvolvida com o visionamento do vídeo e a manipulação da *apliqueta* dos RT, respetivamente.

O quadro 4.5. apresenta a síntese dos resultados obtidos na oficina de formação B sobre a produção documental.

Quadro 4.5. Formas de interação dos professores com os recursos na oficina de formação B.

Formas de interação (segundo Brown, 2009)	<i>Replica</i>	<i>Adapta</i>	<i>Improvisa</i>
<i>Cenário de exploração didática</i> (CED)	Todos		

Nesta oficina de formação os professores *replicaram* os documentos do manual, as propostas dos CD e num caso uma tarefa encontrada através de um motor de busca na internet. Apenas no CED 6 o professor não produziu documentos escritos. Durante os retornos orais os professores justificaram a replicação dos materiais referindo a qualidade e a adequação às características das turmas. No caso do CED 2 à proposta do manual foi acrescentada uma introdução histórica sobre o matemático Tales e nos casos dos CED 4, 5 e 9 foi acrescentada uma síntese dos conceitos matemáticos que os alunos já precisavam saber para conseguirem chegar aos novos com a aplicação do RT. Na replicação da proposta do RT, os professores passaram para as fichas de trabalho as tarefas que apareciam ou nos vídeos, ou nos slides, ou nos jogos, ou nos testes interativos e foram facultadas aos alunos em formato papel. Os professores tiveram o cuidado de assegurar que os alunos ficavam com um registo escrito das atividades que desenvolveram com o RT, para que posteriormente fosse possível reverem e estudarem os conceitos envolvidos.

Em relação às orquestrações instrumentais, o quadro 4.6. apresenta uma síntese retirada dos cenários de exploração didática (CED) criados na oficina de formação B.

Quadro 4.6. Os tipos de orquestrações instrumentais dos CED da oficina de formação B.

	<i>Demonstração técnica</i>	<i>Explica o ecrã</i>	<i>Ligação quadro-ecrã</i>	<i>Discussão do ecrã</i>	<i>Assinala e mostra</i>	<i>Aluno sherpa</i>	<i>Trabalha e anda pela sala</i>
1			1				
2		1					
3	1	2			4		3
4		1			3		2
5				1			
6				1			
7							1
8						1	
9				1		2	
10							1
11							1
12				1		2	
Totais	1	3	1	4	2	3	5

Na oficina de formação B, em metade dos doze CED deles existe apenas um computador ligado a um projetor, neste coletivo de professores havia três escolas com obras de requalificação a decorrer. A análise do quadro permite inferir que as orquestrações instrumentais são formadas, na maioria dos casos, por apenas uma categoria. O CED 3 envolve mais orquestrações que

aconteceram em duas aulas nas quais foram trabalhadas, com o *The Geometer's Sketchpad*, as propriedades dos paralelogramos. A professora trabalhou pela primeira vez com o *The Geometer's Sketchpad* em sala de aula e replicou duas fichas de trabalho do manual adotado na sua escola. No CED 4 são apresentadas três categorias de orquestrações, foram testados conhecimentos sobre as funções afim, linear e constante, através dos testes do CD-ROM, que foram reproduzidos em suporte papel para recolha de evidências das aprendizagens dos alunos. Nesta oficina de formação três professores utilizaram a orquestração instrumental *Aluno sherpa*, esta opção esteve relacionada com o facto de, em sala de aula, apenas existir um computador ligado a um projetor e um quadro interativo. Nos três casos, a tecnologia foi manuseada pelos alunos no CED 8, o aluno sherpa foi o responsável pela apresentação dos diapositivos, no CED 9 os alunos foram manipulando, à vez, no único computador disponível, a *apliqueta* do CD-ROM para obterem a seção do plano de corte num cubo dados três pontos do plano e no CED 12 o *aluno sherpa* veio ao quadro interativo resolver exercícios. Apesar de a tecnologia estar nas mãos de um aluno, no primeiro caso o aluno limita-se a passar os slides da apresentação à medida que o professor expõe a matéria, no segundo caso, o aluno manipula uma *apliqueta* que lhe permite desenvolver a representação visual de um plano de corte num sólido representado no plano e, no terceiro caso, o aluno partilha o seu conhecimento com os colegas através da resolução de um exercício no quadro interativo.

O quadro 4.7. apresenta a síntese dos resultados obtidos na oficina de formação sobre a produção documental.

Quadro 4.7. Formas de interação dos professores com os recursos na oficina de formação C.

Formas de interação (segundo Brown, 2009)	<i>Replica</i>	<i>Adapta</i>	<i>Improvisa</i>
<i>Cenário de exploração didática</i> (CED)	5, 10, 11, 12, 13, 14, 15	2, 8	1, 3, 6, 7, 9

Nesta oficina de formação cinco grupos improvisaram documentos que foram produzidos para: a introdução dos princípios de equivalência, a resolução de equações do 1.º grau e a utilização de apliquetas do instituto Freudenthal (CED 1 e 3); a construção de figuras semelhantes e a utilização do Geogebra (CED 6); para a utilização de jogos didáticos do CD-ROM de uma editora, para a aplicação de conhecimentos sobre grau de um polinómio e as operações com polinómios (CED 7); e para a generalização das propriedades das translações (CED 9). Possivelmente, o facto de os professores conhecerem os RT e até já trabalharem com eles facilitou a tarefa de improvisar documentos diferentes. Também nesta oficina de formação apenas no CED 4 o professor não produziu documentos para entregar aos alunos.

Em relação às orquestrações instrumentais, o quadro 4.8. apresenta uma síntese retirada dos cenários de exploração didática criados na oficina de formação C.

Quadro 4.8. Os tipos de *orquestrações instrumentais* dos CED da oficina de formação C.

	<i>Demonstração técnica</i>	<i>Explica o ecrã</i>	<i>Ligação quadro-ecrã</i>	<i>Discussão do ecrã</i>	<i>Assinala e mostra</i>	<i>Aluno sherpa</i>	<i>Trabalha e anda pela sala</i>
C1				2			1
C2				1			2
C3				2			1
C4		1					
C5		3		2			1
C6		1					2
C7							1
C8				2		3	1
C9		1		3			2
C10				1			
C11				1			
C12				1			
C13			1				
C14			1				
C15		1		2			3
Totais	0	5	2	10	0	1	9

Da análise do quadro conclui-se que em cinco *cenários de exploração didática* foi aplicada apenas uma categoria, as restantes envolvem pelo menos duas categorias que se podem dividir em três sequências: uma em que o professor começa por *explicar o ecrã* e a seguir passa ao *trabalha e anda pela sala*, outra em que o professor começa pela *discussão do ecrã* e conclui com o *trabalha e anda pela sala* e finalmente, uma terceira em que o professor começa pelo *trabalha e anda pela sala* e conclui a aula com a *discussão do ecrã*. Nos CED 4, 10, 11, 12 e 13 a aula decorreu num ambiente tecnológico com apenas um computador ligado a um projetor, condicionante que determinou a orquestração instrumental. Na orquestração instrumental *aluno sherpa* é o aluno que já conhece o teorema de Pitágoras que manipula a *apliqueta*, enquanto a professora explica e esclarece dúvidas que vão surgindo aos outros alunos.

Em jeito de síntese da análise destas duas componentes dos *cenários de exploração didática*, relação do professor com o *artefacto produzido* e a orquestração instrumental, sobressai a importância dos documentos propostos nos manuais escolares no trabalho documental dos professores e os recursos tecnológicos disponíveis nas escolas. Na relação com o *artefacto produzido*, a primeira opção foi a replicação ou adaptação de propostas dos manuais ou dos RT que os acompanham ou tarefas aplicadas com as turmas-piloto na introdução dos novos programas do ensino básico ou mesmo as tarefas obtidas através de motores de busca na internet.

As *orquestrações instrumentais* foram ditadas pelos ambientes tecnológicos das escolas, no entanto existem *cenários de exploração didática* em que, apesar de a escola reunir as condições necessárias para a aplicação de cenários didáticos construtivos de aprendizagem centrados no aluno, o professor ainda se sente mais seguro centrando a aula em si. Na oficina de formação A, o caso dos *cenários de exploração didática* aplicados na mesma escola 12_A e 12_B é visível, no primeiro cenário, que a escola possui equipamento tecnológico necessário para a aula ser centrada na atividade realizada pelos alunos e o professor optou, neste caso, por orquestrações instrumentais centradas no aluno, no entanto, no segundo cenário o professor opta por uma orquestração instrumental centrada no professor. O domínio da tecnologia por parte do professor foi, neste caso, determinante para a

escolha da orquestração instrumental, em ambos os casos os professores não conheciam os RT, mas o professor do CED 12_B nunca tinha trabalhado com tecnologia na sala de aula para além da utilização das calculadoras gráficas. Também na oficina de formação B é possível triangular uma situação idêntica, o CED 2 foi desenvolvido em aula por duas professoras numa sala com computadores e por outra professora numa sala só com um computador ligado a um projetor. As três professoras pertenciam à mesma escola. No capítulo seguinte serão apresentados dois episódios com a contextualização das atitudes assumidas pelos professores em pequeno grupo e individualmente nas suas aulas.

2.2. Dos professores ao artefacto produzido – o processo de *instrumentalização*

O *processo de instrumentalização* está associado aos *esquemas instrumentados de ação* dos professores em relação ao *artefacto produzido* (figura 4.7.). Os esquemas instrumentados de ação foram operacionalmente obtidos da análise das produções escritas e orais, apresentados pelos professores, sobre os seus desempenhos didáticos, que resultaram do retorno que obtiveram das aulas.



Fig. 4.7. O processo de instrumentalização da génese documental.

Para esse efeito, os formadores propuseram a tarefa cujo guião se apresenta no anexo 3. Pretendia-se, após a produção oral em grande grupo sobre as aulas que envolveram os RT e os documentos produzidos para a sua utilização com os alunos, uma produção escrita com duas partes, a primeira sobre a experiência pedagógica e a segunda, uma reflexão sobre os trabalhos desenvolvidos na oficina de formação.

Na primeira parte pedia-se a descrição dos processos de implementação da experiência; a escolha dos RT; a elaboração do plano de aula; a justificação dos passos metodológicos seguidos no plano de aula (se os materiais tinham sido utilizados tal como tinham sido apresentados ou se houve necessidade de os adaptar e porquê); e a descrição pormenorizada da aula (evidenciando o papel da ferramenta que estava ser utilizada no processo de ensino e aprendizagem dos conceitos em estudo e o desempenho dos alunos). Ao nível dos resultados pedia-se as evidências da aprendizagem dos

alunos com a utilização da ferramenta (compreensão dos conceitos estudados e desempenho dos alunos na utilização dos conhecimentos adquiridos com a experiência pedagógica). Pedia-se finalmente, a síntese do trabalho realizado e sugestões para futuras experiências a realizar com estes materiais.

Na segunda parte, na reflexão devia ser feita uma apreciação geral do trabalho desenvolvido ao longo da ação, explicitando de que forma a abordagem teria contribuído para a formação do professor, para a alteração das práticas de sala de aula e para a aprendizagem dos alunos. Pedia-se ainda, se assim o professor o entendesse, a indicação dos pontos fortes e fracos da metodologia utilizada na ação de formação.

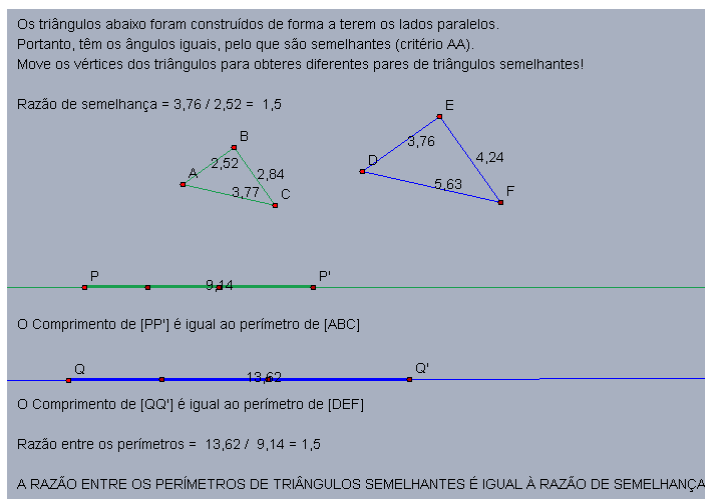
Os formadores reforçaram oralmente que na primeira parte seria importante o retorno dos professores sobre o seu desempenho didático, no que se refere à adequação do RT selecionado ao conteúdo lecionado e a reação dos alunos às fichas de trabalho e aos guiões de utilização dos RT elaborados para as aulas. Nesta dissertação está em análise o retorno dos professores à primeira parte da proposta dos formadores, por conseguinte, a reflexão sobre a experiência pedagógica, no que se refere aos *artefactos tecnológicos* e aos *artefactos documentais replicados, adaptados ou improvisados*.

Os *esquemas instrumentados de ação* obtidos da análise das produções escritas dos professores sobre o seu desempenho didático evidenciam com pormenor diferente os aspetos solicitados pelos formadores, pelo que, foram organizados em categorias criadas para o efeito. As categorias são as seguintes: *o professor reflete sobre o artefacto tecnológico, o professor reflete sobre o artefacto produzido, o professor reflete sobre o seu papel, o professor reflete sobre as produções dos alunos obtidas em aula, o professor reflete sobre o currículo prescrito e o professor apresenta produções dos alunos*. A análise das produções escritas permitiu identificar algumas reflexões que envolvem mais do que uma categoria.

O anexo 4 apresenta uma síntese das reflexões dos professores e a sua categorização, obtidas nos relatórios da oficina de formação, enquanto produções escritas desta tarefa proposta pelos formadores e trianguladas nas produções orais durante a apresentação final dos resultados obtidos em aula com a aplicação dos *cenários de exploração didática*. Seguem-se alguns exemplos de reflexões dos professores que integram cada uma das categorias anteriormente apresentadas.

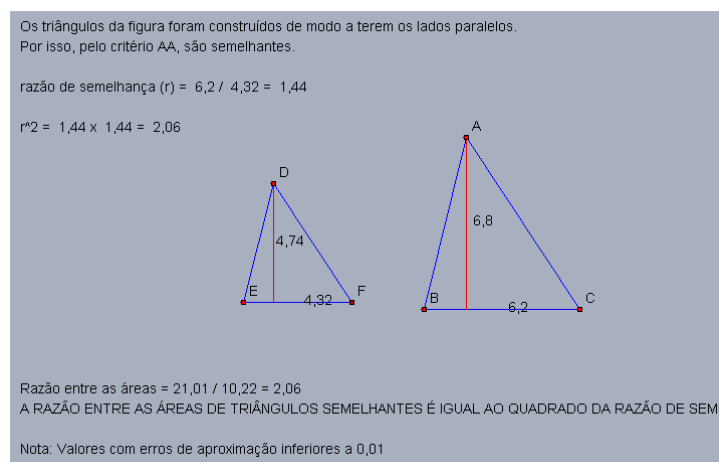
Na produção seguinte, o *professor reflete sobre o artefacto tecnológico*, neste caso, uma *apliqueta* que integra a plataforma da editora D.

“Na primeira aula comecei por distribuir os enunciados das fichas de trabalho aos alunos, indicando-lhes para a resolverem até à questão 1 alínea c, inclusive. Com esta ficha pretendia que os alunos desconfiassem que existia uma relação entre a razão de semelhança e a razão dos perímetros de triângulos semelhantes. O mesmo pretendia, mas com algumas reservas, que suspeitassem da existência da relação da razão de semelhança e a razão das áreas dos triângulos semelhantes. Relativamente à primeira situação, os alunos chegaram facilmente ao que era desejado, aproveitei para os questionar se aconteceria para todos os triângulos semelhantes, alguns deles responderam que sim, mas sem grandes convicções. Aproveitei assim, para projetar a aplicação de geometria dinâmica do manual interativo que se encontra reproduzida na figura seguinte, para lhes mostrar que essa relação era sempre válida para quaisquer triângulos semelhantes.



Nesta aplicação, ao arrastar um dos vértices do triângulo as medidas alteravam-se mas podiam verificar que a razão de semelhança era sempre igual à razão dos perímetros. Na minha opinião, era dispensável colocarem logo visível a conclusão pretendida, pois desta forma não é permitido a qualquer aluno mais atento chegar ele próprio à propriedade.

Quanto à segunda situação, os alunos tiveram mais dificuldades, a sua primeira resposta foi que a razão das áreas era igual ao dobro da razão de semelhança. Aqui nota-se a dificuldade que os alunos têm em fazer uma conjectura. Os alunos facilmente ignoraram o exemplo que relacionava os triângulos B e A e limitaram-se ao exemplo que relaciona os triângulos B e C, em que a razão de semelhança é igual a dois. Nessa altura, chamei a atenção, que a relação que se pretendia descobrir tinha de ser válida para todos os exemplos, em particular os que eram descritos na ficha de trabalho. De seguida, projetei a seguinte aplicação também do mesmo manual interativo.



Comecei por mover o vértice de um triângulo de forma que a razão de semelhança fosse, tanto quanto possível, igual a valores inteiros, ou seja, inicialmente igual a 1, de seguida igual a 2, e depois igual a 3 e assim sucessivamente. Isto até eles verificarem que a razão das áreas de triângulos semelhantes era igual ao quadrado da razão de semelhança. Mais uma vez, considero que esta aplicação tem informação disponível inicialmente em excesso, o que me valeu foi que os meus alunos não reconhecem que a expressão r^2 representa r^2 . Desta forma, com as várias tentativas que fiz, nas duas turmas chegaram à relação desejada ao fim do terceiro exemplo ou seja quando a razão de semelhança é igual a 3. Torno a reforçar, que talvez por estarem tão atentos às variações dos triângulos os alunos não se aperceberam que a resposta à questão encontrava-se no fim da projeção. De seguida, os alunos registaram as conclusões na ficha.

Achei importante alargar essas conclusões a outras figuras geométricas. Para isso, fiz duas construções geométricas em “Geogebra”, uma com quadrados e outra com círculos. Mais uma vez projetei essas duas aplicações de geometria dinâmica, alterando sempre as medidas das figuras e exibindo passo a passo até chegar ao final das apresentações tal como apresento nas próximas figuras”.

(Desempenho didático 5 da oficina de formação B)

Esta reflexão é sobre um *cenário de exploração didática* que envolveu uma aula que foi aplicada em duas turmas do oitavo ano de escolaridade. Na sala havia um computador ligado a um projetor, o RT utilizado foi a plataforma de apoio da editora do manual adotado na escola. A situação matemática foram as relações entre o perímetro e a área de triângulos semelhantes. A professora *replicou* duas fichas de trabalho do manual para apoiar o trabalho dos alunos, uma para o registo das relações entre o perímetro e a área de triângulos semelhantes e a outra com exercícios de aplicação. A primeira parte da aula foi centrada na professora que apresentou e manipulou a *apliqueta* para conduzir os alunos à generalização das relações entre perímetros e áreas de triângulos semelhantes. Em seguida os alunos resolveram os exercícios da segunda ficha de trabalho. A *orquestração instrumental* foi a *discussão do ecrã*.

Em seguida apresenta-se outro exemplo em que o *professor reflete sobre o artefacto tecnológico*. Neste caso o professor salienta as vantagens da utilização do CD-ROM, no entanto refere que a mesma não foi útil para a aprendizagem dos alunos.

“Foram observadas vantagens na utilização do CD-ROM na aprendizagem dos alunos, quando a apresentação de conceitos necessita de um suporte visual. No entanto, os conteúdos do CD revelaram-se insuficiente sempre que foi preciso aplicar esses conceitos, uma vez que os alunos não conseguiram resolver os exercícios, quer do CD, quer do manual, sem o meu apoio. Uma só visualização do CD revelou-se claramente escassa na obtenção de qualquer tipo de aprendizagem.

O facto de não estarem habituados a trabalhar com este tipo de ferramenta pode ter influenciado os resultados desta análise, nomeadamente a falta de autonomia dos alunos. Observei, nestas e em outras aulas, que sempre que os alunos realizam trabalho autónomo recorrem constantemente aos professores para esclareceram dúvidas ou para confirmarem se a sua aprendizagem foi a mais correta, independentemente da tarefa que lhes é pedida”.

(Desempenho didático 10 da oficina de formação C)

Esta reflexão é o resultado da aplicação de um *cenário de exploração didática* que envolveu uma aula com uma turma do nono ano de escolaridade. Na sala havia um computador ligado a um projetor e o RT utilizado foi o CD-ROM de apoio ao manual adotado na escola. A situação matemática foi a introdução ao estudo das áreas e volumes de sólidos geométricos. A professora *replicou* duas fichas de trabalho dos conteúdos do CD-ROM para apoiar o trabalho dos alunos, uma com as questões apresentadas no vídeo e a outra para resolução de problemas. A professora escolheu o CD-ROM para introduzir o tema uma vez que este possuía uma forte componente visual com imagens e vídeos. A *orquestração instrumental* foi a *discussão do ecrã*.

A reflexão seguinte apresenta outra reflexão sobre o RT utilizado, o professor descreve o que denomina por aplicação interativa, mas que era efetivamente um vídeo com uma apresentação da construção geométrica do método da homotetia.

“Concluo que as aplicações interativas não atingiram os resultados desejados no processo de aprendizagem verificando-se, em alguns momentos, sérias contrariedades para a aprendizagem dos conteúdos mas sobretudo para a concentração dos alunos. Do meu ponto de vista a aplicação do manual (...) deveria ser mais completa e apresentar, na construção da ampliação, todo o processo, recorrendo ao uso do compasso e ser apresentada, possivelmente, num ritmo mais lento de forma a se poder acompanhar. Esta é também, a meu ver, uma das falhas da aplicação da plataforma sobre o método da homotetia. Outro aspeto menos positivo da plataforma resume-se ao facto de só existir uma aplicação interativa relativa a este conteúdo. Deveriam realizar um processo de aprendizagem crescente de ampliação/redução de figuras, isto porque em primeiro lugar utilizam uma figura de cinco lados e para complicar a interpretação utilizam uma razão de semelhança ($r=4/3$) que não me parece adequada tendo em conta o ano de escolaridade a que se destina o exercício. Considero ainda que, ao contrário da explicação do processo que é feita de forma clara, quando passam para a divisão de um segmento em partes iguais a construção é apresentada demasiado rápido e piorando a situação repetem todo o processo para cada um dos vértices quando poderiam realizar para o primeiro vértice e posteriormente realizar paralelas para os restantes vértices. Após os resultados atingidos com esta experiência pedagógica poderei concluir que não se trata de uma aplicação adequada para por em prática na prática corrente das aulas, mas como conclusão e apêndice das mesmas. Mais razão faz quando o novo programa do 3º ciclo no ensino da Matemática não faz qualquer referência à construção de figuras semelhantes com $r=4/3$ ”.

(Desempenho didático 5 da oficina de formação C)

Esta reflexão é sobre um *cenário de exploração didática* que envolveu duas aulas com uma turma do sétimo ano de escolaridade. Na sala havia um computador ligado a um projetor, com uma ligação à internet e os alunos trouxeram os seus computadores portáteis. Como RT, foi escolhido para além do *Geogebra*, a utilização da plataforma de apoio de uma editora. A situação matemática foi a introdução ao processo de ampliação/redução de uma figura pelo método da homotetia. A professora *replicou* uma ficha de trabalho do manual para apoiar o trabalho dos alunos, com instruções de utilização do *Geogebra* para a construção de figuras semelhantes e com questões para conduzir os alunos à generalização das relações. Na primeira aula, os alunos em pequenos grupos resolveram a ficha de trabalho com instruções de utilização do *Geogebra* e para registo das conclusões sobre a razão de semelhança de figuras semelhantes. Na segunda aula, a professora mostrou a construção de uma figura semelhante pelo método da homotetia recorrendo a um vídeo da plataforma da editora a que pertence o manual adotado na sua escola. Os tipos de *orquestrações instrumentais* foram: *trabalha e anda pela sala; discussão do ecrã e explicação do ecrã*.

No retorno seguinte, o *professor reflete sobre o artefacto produzido* e sustenta as suas decisões para uma futura utilização do guião construído, nos resultados obtidos na aplicação com os alunos.

“Pelos resultados obtidos, penso que o guião está bem conseguido pois os alunos têm facilidade em executá-lo e chegarem aos resultados pretendidos. Mesmo assim, caso volte a utilizar este guião, tenciono melhorar os seguintes aspetos:

- No exercício 1, alínea 4, onde se lê “Constrói uma figura semelhante a esta, em que todas as medidas correspondentes devem ter um terço do tamanho das da Figura 2”, alteraria para “Constrói uma figura semelhante a esta, em que todas as medidas correspondentes devem ter um quarto do tamanho das da Figura 2” para que depois o quociente fosse dar uma dízima finita.
- Na terceira coluna das tabelas existentes no exercício 2, onde está escrito “Quociente entre as medidas dos comprimentos correspondentes das duas figuras”

substituiria por “Quociente entre as medidas dos comprimentos da figura resultante e as medidas dos comprimentos da figura inicial”.

(Desempenho didático 6 da oficina de formação C)

Esta reflexão é sobre um *cenário de exploração didática* que envolveu uma aula com uma turma do sétimo ano de escolaridade. Na sala havia um computador ligado a um projetor, com uma ligação à internet e computadores. Como RT, foi escolhido para além do *Geogebra*, a utilização do CD-ROM que acompanha o manual adotado na escola. A situação matemática foi a introdução à construção de figuras (ampliação/redução). A professora *improvisou* uma ficha de trabalho de apoio ao trabalho dos alunos, com instruções de utilização do *Geogebra* para a construção de figuras semelhantes e com questões para conduzir os alunos à generalização das relações. O tema foi introduzido pela professora através de uma apresentação disponibilizada no CD-ROM e foi desta forma que os alunos foram conduzidos ao conceito de forma e figuras semelhantes. Em seguida, em pequenos grupos, os alunos procederam à construção de ampliações e reduções de figuras seguido o guião elaborado pela professora. Os tipos de *orquestrações instrumentais* foram: *explicação do ecrã e trabalha e anda pela sala*.

Em seguida apresenta-se outra reflexão cujo foco central é o *artefacto produzido*, neste caso, o professor justifica por que razão da próxima vez irá aplicar a tarefa de outra forma.

“A atividade [tarefa proposta pela professora] foi pensada para concluir um conteúdo, no entanto penso que será útil preparar uma atividade onde os alunos explorem conteúdos novos e no final tenham de apresentar as conclusões a que chegaram aos colegas.

Neste CD a atividade Cortes no Cubo está bem conseguida, no entanto tem poucos exemplos para permitir uma maior exploração.

Esta atividade poderia ter sido toda feita recorrendo apenas a uma ficha de trabalho, no entanto a 2ª parte seria de difícil compreensão para a maioria dos alunos e necessitariam de muita ajuda por parte do professor”.

(Desempenho didático 9 da oficina de formação A)

Esta reflexão é o resultado da aplicação de um *cenário de exploração didática* que envolveu uma aula com uma turma do décimo ano de escolaridade da matemática A. Na sala havia um computador ligado a um projetor e um computador para cada dois alunos. Como RT, foi escolhido o CD-ROM que acompanha o manual adotado na escola. A situação matemática foi o estudo das simetrias no espaço. A professora *replicou* do manual e do CD-ROM uma ficha de trabalho com quatro tarefas: as três primeiras de revisão das simetrias no plano e de exploração de simetrias no cubo e no paralelepípedo, que foram resolvidas sem computadores e a quarta de exploração que foi resolvida com o auxílio da *apliqueta* do CD-ROM. A *orquestração instrumental* foi a *trabalha e anda pela sala*.

Seguem-se exemplos de produções escritas em que o *professor reflete sobre o seu papel no decorrer da aula*. No primeiro caso, a professora descreve a *configuração didática* e o *modo de exploração* do RT que selecionou.

“De salientar que o meu papel como professora foi de extrema importância para manter os alunos motivados bem como para mostrar a quem errou alguma questão onde e porquê é que errou. Nas atividades descritas que envolviam torneio entre alunos do mesmo grupo foi dada a oportunidade de experimentar o jogo uma vez

antes do torneio real. Foi agradável verificar o entusiasmo e empenho de grande maioria dos alunos, mesmo os mais fracos ou aqueles que nas aulas pouco participam.

Se tivesse que eleger uma das atividades como aquela que melhores resultados atingiu, escolheria sem dúvida a “Lotaria das operações com polinômios”, talvez por ter sido a primeira experiência em forma de torneio que envolvia um prêmio final ou por não terem “medo” de errar por se tratar de um jogo.

Em qualquer uma das três atividades propostas os alunos participaram ativamente e entusiasticamente, gerando um burburinho às vezes um pouco difícil de controlar. A atividade menos interessante para os alunos foi o “Dominó de polinômios” (opinião dos mesmos), que por ser um jogo que apenas envolvia o conceito de grau de polinômios, facilmente assimilado por todos, não envolvia cálculo e além disso, jogavam contra o computador, algo que ao fim de alguns jogos tornava-se uma tarefa monótona.

No jogo “Equacímetro II” permiti que os alunos utilizassem máquina de calcular, uma vez que o tempo disponível para responder era de apenas 15 segundos no primeiro nível e o objetivo deste jogo era a compreensão dos princípios básicos de resolução de uma equação e não a rapidez de cálculo. Optei por fazer dois torneios, um no nível iniciado outro no avançado, deste modo os alunos teriam oportunidade de explorar todas as potencialidades do jogo, contudo verificou-se que no nível avançado o tempo disponibilizado para a resolução de cada equação era muito curto, mesmo utilizando máquina de calcular, pelo que os resultados do jogo não foram os desejados.

Constatei que a não resolução da equação por parte dos alunos se devia mais ao tempo disponível para responder do que pela dificuldade de executar o exercício, mas isso é uma limitação do próprio jogo, não podendo ser contornada.

Desta forma julgo que as atividades cumpriram os objetivos, quer numa perspectiva formativa, quer numa perspectiva avaliativa, sendo numa e noutra bastante positiva.

Gostaria de chamar a atenção para o facto de durante a aplicação dos jogos, nomeadamente o jogo “Equacímetro II”, ter verificado uma melhoria significativa na velocidade de raciocínio, na rapidez de decisão e na segurança na resposta de grande parte dos alunos. As respostas dadas não eram fonte do acaso mas fonte de cálculo e raciocínio, demonstrando também deste modo a aquisição das competências inerentes ao conteúdo programático em causa.

Como ponto menos positivo das atividades, posso salientar a agitação gerada pela aplicação de uma atividade deste tipo e a dificuldade de grande parte dos alunos em separar a parte lúdica da parte em que é necessário uma maior concentração, essencial à aquisição de novos conhecimentos.

O papel do professor neste tipo de aulas é de extrema importância pois é ele quem vai orientar a aula de modo que os objetivos, a que se propôs atingir com a apresentação do jogo, sejam atingidos, estes devem concentrar-se em aumentar a motivação para a aprendizagem, desenvolver a autoconfiança, organização, concentração, atenção, e raciocínio lógico-dedutivo.

Os materiais elaborados para esta ação de formação são exequíveis para anos futuros, aplicados nos mesmos moldes, ou seja em formato de torneio, contornando assim os poucos exemplares disponíveis e a eventual falta de computadores e como complemento da matéria lecionada, nunca como introdução”.

(Desempenho didático 7 da oficina de formação C)

Esta reflexão é sobre um *cenário de exploração didática* que envolveu uma aula com uma turma do oitavo ano de escolaridade. Na sala havia um computador ligado a um projetor e computadores. Como RT foram utilizados seis CD-ROM de uma editora diferente da do manual adotado na escola. A situação matemática foi aplicação de conhecimentos sobre o grau de um polinómio e as operações com polinómios. A professora *improvisou* duas fichas de trabalho de apoio ao trabalho dos alunos, com uma síntese dos conceitos e com as regras e objetivos dos jogos interativos do CD-ROM. O alunos, em pequenos grupos, jogaram os jogos sobre: grau de um

polinómio (dominó dos polinómios) e operações com polinómios (lotaria das operações com polinómios). A *orquestração instrumental* foi *trabalha e anda pela sala*.

Apresenta-se outro exemplo de outra reflexão *do professor sobre o seu papel*, neste caso, é visível a *orquestração instrumental discussão do ecrã*.

“Os alunos exprimiram oralmente as suas ideias e as suas dúvidas cabendo-me a mim a exposição dos conteúdos, a colocação de questões e a proposta de tarefas que promovessem a sua aprendizagem.

Resolvemos em conjunto uma ficha de trabalho para aplicação e aquisição dos conhecimentos adquiridos que recolhi no final da aula para retirar algumas informações nomeadamente no que diz respeito à concretização das tarefas em sala de aula.

Todos os materiais apresentados foram colocados na página do Moodle do Agrupamento. No final desta aula os alunos realizaram com sucesso a questão aula.

O tema da Geometria foi abordado recorrendo a uma variedade de recursos tecnológicos. A avaliação feita pelos alunos do trabalho desenvolvido foi um facto encorajador para mim, uma vez que referiram ter recordado e aprendido conceitos e conteúdos de uma forma mais apelativa e motivadora”.

(Desempenho didático 11 da oficina de formação C)

Esta reflexão resulta de um *cenário de exploração didática* que envolveu uma aula com uma turma do nono ano de escolaridade. Na sala havia um computador ligado a um projetor e a um quadro interativo. Como RT para além do *Geogebra* foi utilizado o CD-ROM que acompanha o manual adotado na escola. A situação matemática foi a resolução de problemas sobre áreas e volumes de sólidos geométricos. A professora *replicou* um powerpoint com problemas resolvidos selecionados dos manuais e dos exames nacionais e uma ficha de trabalho com exercícios de aplicação semelhantes aos do vídeo do CD-ROM. A *orquestração instrumental* foi a *discussão do ecrã*.

Segue-se outro exemplo de *reflexão do professor sobre o seu papel na aula*:

“A ficha nº1, que é uma adaptação dos materiais disponibilizados pela DGIDC para os NPMEB, originou no início, alguma confusão porque na primeira questão era solicitado que os alunos construíssem um triângulo retângulo e supus que os alunos tinham conhecimentos matemáticos para realizar esta atividade, mas a maioria não conseguiu realizar a 1ª questão autonomamente, tive que interromper a resolução da atividade, para que em grande grupo pudessemos discutir a forma como se constrói um triângulo retângulo, em que arrastando um dos vértices do triângulo (alterando os comprimentos dos lados), não alterava os ângulos.

Alguns alunos recordaram os trabalhos realizados no ano anterior, na construção de quadriláteros, com a utilização do *Geogebra*, e explicaram com o meu auxílio, a forma de construir triângulos retângulos usando a ferramenta “retas perpendiculares” e “ponto de intersecção de duas retas”.

Depois da construção do triângulo retângulo e de eu ter testado em cada computador se o triângulo permanecia retângulo depois de arrastar uns dos vértices, os alunos prosseguiram com o resto das atividades.

A partir deste momento os alunos resolveram o resto da atividade com facilidade. Porém, foi na questão 7, que eles tiveram alguma dificuldade e solicitaram a minha ajuda, porque consideraram que os trabalhos que estavam a realizar estavam incorretos. Inicialmente alguns grupos partiram do princípio, que a relação existente entre o lado maior de um triângulo e os outros dois lados, se mantinha para os triângulos não retângulos.

Noutros grupos persistiu a teimosia/persistência por parte de alguns elementos, em querer construir vários triângulos, para ver se descobriam um em que esta relação

se verificasse. Eu apenas limitei-me a dizer-lhes que experimentassem em mais alguns triângulos, que registassem o que observavam e que em grande grupo iríamos tirar conclusões.

Após finalizar as atividades propostas, houve uma discussão em grande grupo, onde foram analisadas todas as questões da ficha, e os alunos colocaram questões que foram respondidas por mim e pelos colegas.

Em seguida apresentei outra forma de demonstrar o Teorema de Pitágoras, utilizando assim um “puzzle” (material manipulável), em que retirando as peças que constituem os dois quadrados mais pequenos, estas encaixam a área do quadrado construído sobre a hipotenusa.

Por fim passei o PowerPoint com as conclusões e que os alunos registaram no caderno”.

(Desempenho didático 8 da oficina de formação C)

Esta reflexão é sobre um *cenário de exploração didática* que envolveu duas aulas com uma turma do oitavo ano de escolaridade. Na sala havia um computador ligado a um projetor e computadores. Como RT para além do *Geogebra* foram utilizados o CD-ROM que acompanha o manual adotado na escola. A situação matemática foi o teorema de Pitágoras e a professora *adaptou* duas fichas de trabalho das aplicadas com as turmas-piloto da implementação do novo programa de matemática do ensino básico, uma com instruções de utilização do *software* e questões de investigação para conduzirem os alunos ao enunciado do teorema de Pitágoras e a outra com problemas de aplicação do teorema. Na primeira aula, os alunos trabalharam em pares e responderam às questões de investigação. Na segunda aula, a professora pediu a um aluno, que já sabia resolver problemas aplicando o teorema, que manipulasse a apresentação que estava no CD-ROM com a resolução de dois problemas de aplicação do teorema, enquanto a professora ia explicando os passos das duas resoluções. Num problema pedia-se a medida do comprimento da hipotenusa e no outro a medida do comprimento de um dos catetos. Os tipos de *orquestrações instrumentais* foram: *trabalha e anda pela sala, discussão do ecrã e aluno sherpa*.

Na reflexão que a seguir se apresenta, o *professor reflete sobre as produções dos alunos após o decorrer da aula*. As respostas dos alunos foram caracterizadas por domínios de dificuldades, e em seguida, o professor apresenta possíveis explicações para os resultados obtidos.

“Pretendeu-se que as resoluções escolhidas ilustrassem algumas das dificuldades que se verificaram com a realização desta tarefa de investigação, apesar do docente ter estado atento e ter suportado os alunos durante o processo de formulação de conjecturas e elaboração de conclusões. Assim, foi por mim atribuído um papel de relevo a resoluções incompletas, indevidamente justificadas e com erros de raciocínio, porque me pareceram as mais pertinentes e potenciadoras de uma maior reflexão relativa à forma como decorreu a aula. Os resultados dos alunos foram agrupados de acordo com alguns padrões de dificuldades que foram observados.

TAREFA DE INVESTIGAÇÃO

- Domínio da realização de generalizações (conjecturas) a partir da observação e comparação de figuras
 - ✓ Conjecturas fundamentadas experimentalmente - Neste domínio, algumas respostas denotam a perceção de que para formular uma conjectura é necessária a verificação de um número de casos elevado, implicando um esforço de generalização e, conseqüentemente, de afastamento de um ou outro caso concreto. São, apresentadas de seguida algumas situações alusivas a conjecturas fundamentadas experimentalmente.
 - ✓ Conjecturas pouco fundamentadas - Neste domínio, algumas das conclusões abaixo apresentadas denotam as dificuldades que alguns destes alunos detêm no domínio da formulação de conjecturas e generalização de raciocínios. Como o leitor poderá verificar, os registos seguintes denotam o estabelecimento de

conclusões a partir da observação de um número reduzido de casos e de um grande apego a situações concretas. Tal como refere Ponte e outros (2003), “existe alguma tendência dos alunos para aceitarem as conjecturas depois de as terem verificado apenas num número reduzido de casos”.

- Domínio da comunicação matemática (oral e escrita)
 - ✓ Dificuldades em comunicar matematicamente – Apesar das dificuldades evidenciadas pelos alunos relativamente à comunicação oral e escrita, os exemplos a seguir apresentados comprovam irregularidades detetadas na forma como os alunos registaram os seus raciocínios. A importância do aluno registar de forma escrita os seus raciocínios é corroborado por Ponte e outros (2003) “É somente quando se dispõem a registar as suas conjecturas que os alunos se confrontam com a necessidade de explicitarem as suas ideias e estabelecerem consensos”.
- Domínio da autonomia dos alunos
 - ✓ Talvez pelo facto de os alunos não estarem familiarizados com a implementação deste tipo de tarefas em sala de aula, os alunos demonstraram dificuldades em trabalhar de forma autónoma, solicitando frequentemente a intervenção da docente. Tal situação também parece ser usual em alunos com as características referidas “Geralmente, quando estão pouco habituados ao trabalho de natureza investigativa, chamam rapidamente o professor, dizendo que não sabe o que é para fazer, pois não vislumbram nenhuma resposta imediata” (Fonseca, H.; Brunheira, L.; Ponte, J.P., 1999, p.4). Em tais solicitações, os alunos procuravam a confirmação dos seus próprios raciocínios, a resolução de alguns problemas associados a dificuldades de interpretação do “feedback” dos alunos, dificuldades na compreensão do que é “para fazer” associadas a algumas lacunas ao nível da interpretação de enunciados. Tal constatação parece estar de acordo com alguns dos resultados da investigação neste domínio “Muitas vezes as solicitações feitas pelos alunos vão no sentido de validar os seus processos e ideias” (Fonseca, H.; Brunheira, L.; Ponte, J.P., 1999, p.4).
O professor implementou várias fichas de trabalho e recolheu resoluções de exercícios no âmbito das propriedades dos paralelogramos, para aferir a capacidade de mobilização e aplicação de conhecimentos por parte dos alunos. Pretendeu-se, também, verificar o grau de interiorização e compreensão dos conceitos relacionados com as propriedades dos paralelogramos.
As dificuldades evidenciadas pelos alunos encontram-se padronizadas em erros que se repetem de forma significativa. Será, também, pertinente referir que na aula seguinte à da realização da tarefa de investigação, em que foram resolvidos exercícios do manual, com algum suporte por parte do docente, os alunos não demonstraram dúvidas tão acentuadas como as detetadas nos exercícios das fichas de trabalho ou de avaliação. Eis, então, as referidas resoluções agrupadas por padrões de dificuldade.
- Domínio da mobilização e aplicação de conhecimentos
 - ✓ Dificuldades na resolução de exercícios, evidenciadas por erros de raciocínio ou pelo não completamento das resoluções
 - ✓ Dificuldades na justificação de raciocínios, notória na apresentação de justificações incompletas, por vezes, inexistentes.
 - ✓ Falta de sentido crítico na apresentação dos resultados. Através da análise de algumas resoluções, entre as quais as abaixo apresentadas, é possível verificar que os alunos não questionam os resultados obtidos, aceitando-os passivamente como corretos.

É importante referir que os resultados acima apresentados e as dificuldades que expõem podem, de acordo com o docente, resultar de alguns fatores circunstanciais inerentes a esta investigação, nomeadamente:

- ✓ O facto de os alunos não estarem familiarizados com a realização de investigações, e isso se traduzir num número de dúvidas e solicitações superior ao que seria de esperar, dada a falta de autonomia que apresentaram.
- ✓ A ausência do professor assessor, que dificultou a fluência do trabalho dos alunos, visto que estes quando confrontados com uma dúvida não progridem no trabalho, esperando até que tal dúvida fosse esclarecida pela docente.
- ✓ O facto de os alunos serem detentores de um percurso escolar caracterizado por algum insucesso na disciplina de Matemática, o que denuncia uma notória falta de pré-requisitos proveniente de anos letivos anteriores.
Será também pertinente referir que, apesar de os alunos com desempenhos mais elevados a Matemática bem como os respetivos grupos, terem tido maior

facilidade na resolução da atividade, também esses alunos revelaram lacunas no domínio da Comunicação Matemática.

Todavia, há também aspetos positivos a salientar na aula dinamizada. Aqui ficam alguns:

- ✓ Motivação e persistência dos alunos na realização da atividade, independentemente do seu grau de desempenho na disciplina de Matemática.
- ✓ Predisposição e facilidade revelada pelos alunos para lidar com Tecnologias de Informação e Comunicação.
- ✓ Cooperação estabelecida no interior de cada grupo de trabalho e entre os vários grupos.
- ✓ Clarificação de dificuldades dos alunos, que noutra forma de abordagem poderiam não ter ficado tão perceptíveis para a docente
- ✓ Maior consciencialização da docente das dificuldades reais dos alunos e de aspetos em que é necessário trabalhar mais.
- ✓ Algumas melhorias progressivas dos alunos, no que concerne a justificações de raciocínios mais completas”.

(Desempenho didático 3 da oficina de formação B)

Esta reflexão é sobre um *cenário de exploração didática* que envolveu duas aulas com uma turma do sétimo ano de escolaridade. Na sala havia um computador ligado a um projetor e computadores. Como RT foi utilizado o *The Geometer's Sketchpad*, a situação matemática foi as propriedades dos paralelogramos. O professor *replicou* duas fichas de trabalho propostas do manual. Uma com instruções de utilização do software para a construção de um paralelogramo e a outra com as instruções de utilização do software para a resolução de uma tarefa de investigação sobre as propriedades dos paralelogramos. Na primeira aula, o professor apresentou o *The Geometer's Sketchpad* através da construção de alguns polígonos. Em seguida foi entregue a primeira ficha de trabalho com as instruções para a construção de um paralelogramo. Na segunda aula, os alunos em pequenos grupos, realizaram a tarefa de investigação apresentada na segunda ficha de trabalho. Os tipos de *orquestrações instrumentais* foram: *demonstração técnica, explica o ecrã, trabalha e anda pela sala e assinala e mostra*.

Durante as produções orais os formadores chamaram a atenção para alguns aspetos, das produções dos alunos apresentadas pelo professor que evidenciavam níveis de dificuldade diferentes e por conseguinte foram discutidas na oficina de formação B. De qualquer forma, a produção escrita do professor foi muito mais além da discussão oral gerada na apresentação durante a oficina.

Na produção seguinte, o professor *reflete sobre o currículo prescrito* e a seguir *apresenta produções dos alunos*.

“O princípio de equivalência que afirma que podemos dividir ou multiplicar ambos os membros de uma equação por um dado número diferente de zero passou a ser ele próprio enunciado como regra prática. Também o princípio de equivalência que indica que se pode somar ou subtrair a mesma quantidade a ambos os membros de uma equação deixou progressivamente de ser enunciado deste modo, passando a ser substituído pela regra prática de transposição que nos permite mudar um termo de membro trocando-lhe o sinal. “ (Novo Programa Matemática). Pessoalmente, discordo com o enunciar desta regra prática numa altura em que os alunos iniciam a aprendizagem da resolução de equações, pelo que através das atividades selecionadas, tentarei que os alunos percebam e verifiquem os princípios de equivalência. Na prática o que acontece é que os alunos ao resolver equações do tipo $-3x = 4$ aplicam mal a “regra prática” e dizem que esta equação é equivalente a $x = \frac{4}{3}$. Na realidade também se poderá dizer que se trata de uma questão de

linguagem matemática pois os alunos deveriam saber distinguir claramente termos de membros e de coeficientes, no entanto, é uma opção metodológica. “Um modelo usado desde há muito para o ensino dos princípios de equivalência e das regras

práticas de resolução de equações é o da balança de dois pratos. O uso deste modelo facilita a compreensão da operação de eliminar o mesmo termo de ambos membros e também a operação de multiplicar ambos os membros por um número positivo. No entanto, deve ter-se em atenção que muitos alunos nunca viram uma balança deste tipo e não têm uma compreensão intuitiva do seu funcionamento. Neste caso, como em muitos outros, a aprendizagem dos alunos depende do modo como este material é usado.” (Novo Programa Matemática).

Neste sentido, foram propostas duas atividades com recurso a dois applets que utilizam a balança de dois pratos na resolução de equações”.

(Desempenho didático 1 da oficina de formação C)

Esta reflexão e a seguinte resultam do mesmo *cenário de exploração didático* que se apresenta à frente.

O *professor apresenta produções dos alunos* e vai referindo os objetivos que pretendia com a utilização do RT selecionado e com a ficha de trabalho produzida.

“Um dos applets, balanças algébricas, foi utilizado tal como consta no CD (...), no entanto, houve necessidade de selecionar um outro applet que complementasse o primeiro, isto é, que utilizasse também coeficientes negativos na incógnita.

No primeiro processo de justificação os alunos utilizaram a linguagem matemática, por exemplo, “qual o número que adicionado a três é igual a cinco?” ou “Qual o número cujo dobro é seis?”. Aproveitou-se para fazer referência à verificação da solução de uma equação.

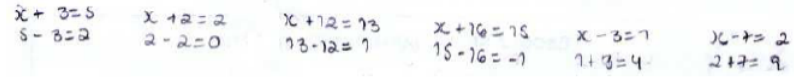
Tarefa 1: Jogo - Equaciómetro

Nesta primeira tarefa, pretende-se que os alunos resolvam mentalmente equações e, em simultâneo, expliquem o resultado obtido.

Na figura seguinte apresenta-se um aspeto do jogo:



No quadro seguinte apresentam-se algumas respostas e primeiras justificações dos alunos:

Equação	Solução	Justificação
$x + 3 = 5$	$x = 2$	$2 + 3 = 5$
$x + 7 = 1$	$x = -6$	$-6 + 7 = 1$
De seguida, a professora sugeriu que tentassem justificar sem utilizar a solução da equação		
$x + 11 = 17$	$x = 6$	$17 - 11 = 6$
$x - 4 = 1$	$x = 5$	$1 + 4 = 5$
		
Posteriormente, pediu-se aos alunos que encontrassem, justificando, a solução de algumas equações que envolvessem o princípio da multiplicação, apresentam-se alguns exemplos:		
$2x = 6$	$x = 3$	$2 \times 3 = 6$ ou $\frac{6}{2} = 3$
$-3x = 18$	$x = -6$	$-3 \times (-6) = 18$ ou $\frac{18}{-3} = -6$
$4x = -20$	$x = -5$	$4 \times (-5) = -20$ ou $\frac{-20}{4} = -5$

No primeiro processo de justificações os alunos utilizaram a linguagem matemática, por exemplo, “qual o número que adicionado a três é igual a cinco?” ou “qual o número cujo dobro é seis?”. Aproveitou-se para fazer referência à verificação da solução de uma equação.

No segundo processo de justificação os alunos concluíram que para encontrar a solução de uma equação tinham de aplicar a operação inversa”.

O professor continua a explicar os objetivos das tarefas seguintes e apresenta mais produções dos alunos.

“Tarefa 2 e 3: Balanças Algébricas

Com estas tarefas pretendia-se que os alunos resolvessem equações um pouco mais complexas, aplicassem os princípios de equivalência na sua resolução, enunciassem os princípios de equivalência e formalizassem a resolução de equações.

Numa primeira fase, os alunos exploraram o applet para perceberem o funcionamento da balança, isto é, como equilibravam os pratos e como efetuavam as operações.

De seguida, transcreviam para o papel as operações que iam efetuando de modo a manter a balança sempre em equilíbrio. Por fim, pedia-se que enunciassem os princípios de equivalência.

Nos quatro exemplos que se ilustram a seguir, os alunos transcrevem para o papel o equilíbrio observado na balança à medida que vão efetuando as várias operações até encontrar a solução da equação.

$$\begin{array}{r}
 4x+2=x+8 \\
 -x \quad -x \\
 \hline
 3x+2=8 \\
 -2 \quad -2 \\
 \hline
 3x=6 \\
 \frac{3x}{3}=\frac{6}{3} \\
 \hline
 x=2
 \end{array}$$

$$\begin{array}{r}
 -3x+1=x+9 \\
 -x \quad -x \\
 \hline
 -4x+1=9 \\
 -1 \quad -1 \\
 \hline
 -4x=8 \\
 \frac{-4x}{-4}=\frac{8}{-4} \\
 \hline
 x=-2
 \end{array}$$

$$\begin{array}{r}
 2x+3=9 \\
 -3 \quad -3 \\
 \hline
 2x=6 \\
 \frac{2x}{2}=\frac{6}{2} \\
 \hline
 x=3
 \end{array}$$

$$\begin{array}{r}
 3x+4=x+6 \\
 -x \quad -x \\
 \hline
 2x+4=6 \\
 -4 \quad -4 \\
 \hline
 2x=2 \\
 \frac{2x}{2}=\frac{2}{2} \\
 \hline
 x=1
 \end{array}$$

Nesta altura, o processo de formalização da resolução de equações é ainda básico, no entanto, os alunos conseguiram enunciar os princípios de equivalência através do preenchimento dos espaços em branco constantes da ficha que acompanha as tarefas.

Num segundo momento observou-se que alguns alunos utilizavam um primeiro processo algébrico para a resolução das equações, como a seguir se ilustra:

$$\begin{array}{r}
 5=4-3x \\
 1=-3x \\
 -\frac{1}{3}=x
 \end{array}$$

$$\begin{array}{r}
 3x+4=x+6 \\
 2x+4=6 \\
 2x=2 \\
 x=1
 \end{array}$$

$$\begin{array}{r}
 4x+4=2x+6 \\
 2x+4=6 \\
 2x=2 \\
 x=1
 \end{array}$$

$$\begin{array}{r}
 4x+3=7 \\
 4x=4 \\
 x=1
 \end{array}$$

Num terceiro momento, houve alunos que apresentaram um processo mais formal, como a seguir se indica:

$$\begin{array}{r}
 2x+3=-5 \\
 2x=-5-3 \\
 2x=-8 \\
 \frac{2x}{2}=\frac{-8}{2} \\
 x=-4
 \end{array}$$

$$\begin{array}{r}
 -3x+1=x+9 \\
 -3x-x=9-1 \\
 -4x=8 \\
 x=\frac{8}{-4} \\
 x=-2
 \end{array}$$

A ferramenta utilizada revelou-se poderosa na medida em que permitiu aos alunos “visualizarem” os princípios de equivalência e como é que estes se aplicam na resolução de equações. Permitiu ainda experimentar, identificar e corrigir o erro diretamente no applet, sempre que a balança não estava equilibrada. (...)

Neste momento nem todos os alunos estão ao mesmo nível de formalização no processo de resolução de uma equação mas, o que se verifica, é que todos compreenderam, aplicaram e anunciaram os princípios de equivalência. (...)

Finalmente, o professor apresenta algumas conclusões sobre as tarefas e os resultados obtidos com os alunos. Fundamenta os seus argumentos apresentando mais produções dos alunos e salienta alguns aspetos a ter em conta em futuras utilizações do RT.

“Conclusões

A realização destas tarefas permitiu superar algumas dificuldades normalmente encontradas na resolução de equação, nomeadamente:

- Não haver lugar à troca de sinal quando se resolvem equações do tipo $ax = b$;
- Ser indiferente isolar a incógnita no primeiro ou no segundo membro, aliás foi completamente indiferente para os alunos;
- Os alunos com maiores dificuldades foram os que mais participaram.

No que diz respeito à reação dos alunos às tarefas apresentadas posso referir que:

- Todos os alunos gostaram do modelo da balança de dois pratos, sendo este o preferido pelos alunos com mais dificuldades.
- Verificou-se que vários alunos preferiram o processo mais algébrico.
- Os melhores alunos chegaram mais rapidamente ao processo mais formal.
- Os alunos que têm ajuda fora da escola já sabiam resolver equações pelo processo mais formal e continuaram a utilizar a linguagem de “troca de membro, troca de sinal”. Os restantes alunos dizem que aplicam a operação inversa para manter o equilíbrio.

Futuramente há que ter em conta alguns fatores decorrentes da utilização deste recurso:

- O jogo equaciómetro tem um tempo de resposta muito curto, apenas 10 segundos, pelo que se sugere uma pequena explicação inicial de forma a evitar a repetição;
- O jogo equaciómetro não tem o princípio de equivalência referente à multiplicação e divisão, pelo que, foi necessário usar o e-manual;
- Nos applets que envolvem as balanças algébricas nem sempre é possível iniciar o processo de resolução num membro ou noutro, por exemplo:

1º processo	2º processo
$ \begin{array}{r} 4x + 4 = 2x + 6 \\ -4 \quad -4 \\ \hline 4x = 2x + 2 \\ -2x \quad -2x \\ \hline 2x = 2 \\ \frac{2x}{2} = \frac{2}{2} \\ \hline x = 1 \end{array} $	$ \begin{array}{r} 4x + 4 = 2x + 6 \\ -6 \quad -6 \\ \hline 4x - 2 = 2x \\ -4x \quad -4x \\ \hline -2 = -2x \\ \frac{-2}{-2} = \frac{-2x}{-2} \\ \hline 1 = x \end{array} $

Não é possível, neste caso utilizar o 2º processo porque num dos pratos da balança existem apenas 4 quadradinhos com o número 1 donde, não é possível retirar 6 quadradinhos. É importante referir que esta descoberta foi feita por uma aluna e discutida em grande grupo.

- O applet utilizado na 2ª tarefa gera, aleatoriamente, diversas equações com diferentes graus de dificuldade. Sugere-se que antes de iniciar esta tarefa se introduza uma intermédia”.

(Desempenho didático 1 da oficina de formação C)

Esta reflexão é sobre um *cenário de exploração didática* que envolveu uma aula com uma turma do sétimo ano de escolaridade. Na sala havia um computador ligado a um projetor, com uma ligação à internet e computadores. Como RT foram utilizadas vinte cópias do CD-ROM que acompanha o manual adotado na escola e as apliquetas do instituto Freudenthal. A situação matemática foi a introdução dos princípios de equivalência para a resolução de equações do 1.º grau. A professora *improvisou* três tarefas para apoiar ao trabalho dos alunos, com instruções de utilização das apliquetas e com questões para conduzir os alunos ao enunciado dos princípios de equivalência para a resolução de equações do 1.º grau. Os alunos, em pequenos grupos, começaram por jogar o jogo interativo do CD-ROM. Nesta fase os alunos começaram por resolver mentalmente equações

simples. Em seguida, através da manipulação das apliquetas, pretendia-se que os alunos chegassem ao enunciado dos princípios de equivalência para a resolução de equações do 1.º grau. Os tipos de *orquestrações instrumentais* foram: *trabalha e anda pela sala e discussão do ecrã*.

No exemplo seguinte o professor reflete sobre o artefacto tecnológico e sobre o seu papel.

Assim que a colega [professora assessora] concluiu a primeira fase da aula, os alunos manifestaram desejo de visualizar novamente o CD pois não tinham entendido praticamente nada. Foi-lhes dito que podiam manusear à sua vontade a visualização do CD, sendo que um por outro se foi dirigindo à secretária da professora, onde estava o computador, e analisava novamente, ou através da projeção ou mesmo no próprio computador, o material eletrónico. Entretanto começavam a ouvir-se queixumes: “Não percebi nada”, “Stra, não consigo entender”, “Que voz!- não se percebe nada do que diz”.

Tentou-se acalmar os alunos incentivando-os a estarem mais concentrados na apresentação do vídeo, mas assim que a ficha de trabalho foi distribuída, entraram literalmente em pânico. A aflição deles era notória. Não conseguiam usar a regra de três simples para passar de graus a radianos e vice-versa, apesar do enunciado explicitar que 180° correspondia a π radianos.

Foi extraordinariamente surpreendente, para nós, esta reação contraditória dos alunos pois, aparentemente, tudo o que até aí lhes tinha sido apresentado, era olhado por eles de uma forma negativa. Isto é, continuavam a afirmar que nada percebiam, que, apesar de reverem a apresentação, a matéria era sempre explicada da mesma maneira, enquanto que ao perguntarem algo que não percebiam, à professora, esta explicava de forma diferente até eles perceberem. Salientavam ainda que não gostavam da voz ouvida no CD pois era sempre igual.

Reunimo-nos no fundo da sala e decidimos avançar com a matéria seguinte sobre a representação de um ângulo orientado para percebermos se eles iriam entender melhor esses conteúdos. Depois de visualizarem a apresentação do CD sobre ângulos num referencial, os alunos conseguiram indicar na sua folha de resposta os quadrantes a que determinados ângulos pertenciam bem como representá-los num referencial.

Mas, assim que começámos a observá-los mais de perto manifestaram a sua preocupação pelo facto de não conseguirem responder às questões anteriores e decidimos, então, que seria melhor a colega [professora assessora] apresentar no quadro a definição de radiano e a regra de três simples para a conversão de graus em radianos.

Quando inicialmente, entre nós abordámos, os conteúdos do CD sobre esta matéria, apercebemo-nos de que, nos exercícios resolvidos do CD, o π radianos passava a ser simplesmente π , “caindo” o radianos, sem nada ser explicitado sobre essa convenção de, a partir do momento em que se sabe que π radianos = 180° , não se usar, no sistema circular, o rad ou radianos, a seguir ao π . Portanto, já pressentíamos que os alunos iriam manifestar alguma dificuldade nessa questão. Foi realmente o que aconteceu. Os alunos confundiam os radianos com o π 3,14 e claro que não conseguiam passar de graus para radianos e vice-versa apesar da explicitação no enunciado de que 180° corresponde a π radianos.

(Desempenho didático 10 da oficina de formação A)

Esta reflexão resulta da aplicação de um *cenário de exploração didática* preparado por três professores e que envolveu duas turmas do décimo primeiro ano de um curso profissional. Na sala havia um computador ligado a um projetor, um computador por cada dois alunos e dez CD-ROM's da editora B. As professoras replicaram uma ficha de trabalho do manual para ajudar a atividade dos alunos na sistematização dos conceitos apresentados no vídeo.

No episódio descrito sobressai um dos aspetos negativos associados aos vídeos da editora B em especial com turmas de alunos com mais dificuldades. Os alunos referem que na explicação do professor, este procura entender a dúvida e quando explica a segunda vez tenta fazê-lo de maneira diferente do que fez da primeira vez, indo no sentido do esclarecimento do aluno. No vídeo a explicação é sempre a mesma, de cada vez que se ouve a gravação.

Apresenta-se em seguida outro exemplo de um professor que apresentou produções dos alunos como reflexão.

“Aprendizagem das equações, conceito central da Álgebra, representa para os alunos o início de uma nova etapa no estudo da Matemática. Ao lado das expressões numéricas, envolvendo números e operações com que contataram anteriormente, surgem agora outras expressões, envolvendo novos símbolos e novas regras de manipulação, que remetem para outro nível de abstração.

O início da aprendizagem das equações reveste-se de cuidados acentuados pela introdução dos princípios de equivalência, regras fundamentais para a resolução formal e algébrica das equações. Esta etapa é determinante, não apenas para o presente ano letivo, mas acima de tudo, para todo o percurso matemático, dos diferentes anos de escolaridade.

Com base nestes pressupostos surge a opção, para auxiliar a introdução dos princípios de equivalência, com os vídeos da plataforma Khan Academy, devido à metodologia assumida na elaboração dos vídeos, bem como, pela riqueza didática e de linguagem associada à exploração dos princípios de equivalência. A representação esquemática e representação simbólica e também a representação algébrica, tornam intuitiva a percepção da mecânica subjacente ao trabalho algébrico do princípio da multiplicação e posteriormente o princípio da adição.

Os vídeos apresentados possuíam à primeira vista uma barreira inicial para esta faixa etária, o idioma inglês. Esta barreira foi claramente superada, surgindo como um elemento propiciador da atenção e concentração dos alunos, de forma a acompanharem o conteúdo transmitido. Na sequência desta ideia, estes vídeos exigiram uma intervenção sistemática, ativa e concisa do docente, retirando-lhe um possível papel secundário, inerentes a este tipo de recursos visuais.

<p><u>Princípio da multiplicação</u></p> $0,5x = 10$ $\Leftrightarrow \frac{0,5x}{0,5} = \frac{10}{0,5}$ $\Leftrightarrow x = 20$	<p>Exemplo 1</p> <p><u>Princípio da adição</u></p> $3x + 5 = 17$ $\Leftrightarrow 3x + 5 - 5 = 17 - 5$ $\Leftrightarrow 3x = 12$ $\Leftrightarrow \frac{3x}{3} = \frac{12}{3}$ $\Leftrightarrow x = 4$ <p><u>Princípio da multiplicação</u></p>
<p>Exemplo 3</p> $x + 4 = 10$ $\Leftrightarrow x + 4 - 4 = 10 - 4$ $\Leftrightarrow x = 6$ <p>C.S. = {6}</p>	<p>Ex 5</p> $5x - 7 = 23$ $\Leftrightarrow 5x - 7 + 7 = 23 + 7$ $\Leftrightarrow 5x = 30$ $\Leftrightarrow \frac{5x}{5} = \frac{30}{5}$ $\Leftrightarrow x = 6$ <p>C.S. = {6}</p>

Através do desempenho dos alunos na utilização, em momentos posteriores, dos princípios de equivalência de equações foi possível encontrar evidências que fundamentam o grau de compreensão e interiorização destes princípios, que estão intimamente relacionadas com a estrutura e sequência dos vídeos apresentados.

A minha opinião

Eu adorei os recursos que o professor utilizou na aula, porque por exemplo os vídeos eram claros, objetivos e fáceis de perceber. E quando eles falavam, é que por exemplo, uma pessoa que não sabe (por exemplo) de 5 ano, perceberia automaticamente, pois tem bases claras.

(Desempenho didático 4 da oficina de formação C)

Esta reflexão resulta da aplicação de um *cenário de exploração didática* preparado por três professores e que envolveu uma turma do sétimo ano de escolaridade de cada um. Na sala havia um computador ligado a um projetor, com uma ligação à internet e computadores. Como RT foram utilizadas as apliquetas da Academia Khan. A situação matemática foi a introdução dos princípios de equivalência para a resolução de equações do 1.º grau. O professor não produziu documentos escritos para suportar o trabalho com os alunos. A *orquestração instrumental* foi a *explicação do ecrã*.

Em jeito de síntese, é visível, das reflexões apresentadas, que os professores não abrangem, nas suas produções escritas, todas as propostas do guião fornecido pelos formadores. Ainda que, nas produções orais, por indução dos formadores, tenham sido apresentados pelos professores mais pormenores dos solicitados no guião. Esta limitação das produções escritas pelos professores foi motivo de análise e discussão entre os formadores. Foi ponderada das duas primeiras oficinas de formação para a terceira proceder a um resumo do guião tal como tinha acontecido com a proposta de análise dos RT, todavia, neste caso todos os aspetos pretendidos no relato da experiência pedagógica eram igualmente importantes para este estudo e para a formação contínua dos professores.

Não será também alheio a esta limitação dos relatos escritos a coincidência com o final dos períodos letivos em que esta tarefa era solicitada, representando por isso, mas um acréscimo de trabalho para os professores. O foco da reflexão do professor, possivelmente, incide sobre o aspeto do seu desempenho didático que se revelou como a mais importante.

As evidências das aprendizagens dos alunos não foram objeto de estudo desta dissertação, no entanto, os professores, em geral, referem o bom desempenho dos alunos nos instrumentos de avaliação que se seguiram à aula que envolveu os RT. Pontualmente apresentam os itens dos testes onde foram testados os conhecimentos adquiridos com o auxílio dos RT. Entretanto, nos CED 6 e 12 da oficina de formação A e no CED 3 da oficina de formação C as professoras elaboraram questionários para recolher as opiniões dos alunos sobre a aula que envolveu os RT e apresentam o tratamento estatístico dos mesmos.

2.3. Do artefacto produzido ao documento

Neste ponto é discutida a *génese documental*, a figura 4.8. representa os *processos de instrumentação e instrumentalização* e os *esquemas de utilização* que lhes estão associados separados em *esquemas de uso* e *esquemas instrumentados de ação*, respetivamente. A construção destes esquemas, por parte dos professores, constituem a *génese documental*, esta ocorre quando o professor transforma o *artefacto produzido* num *documento*.

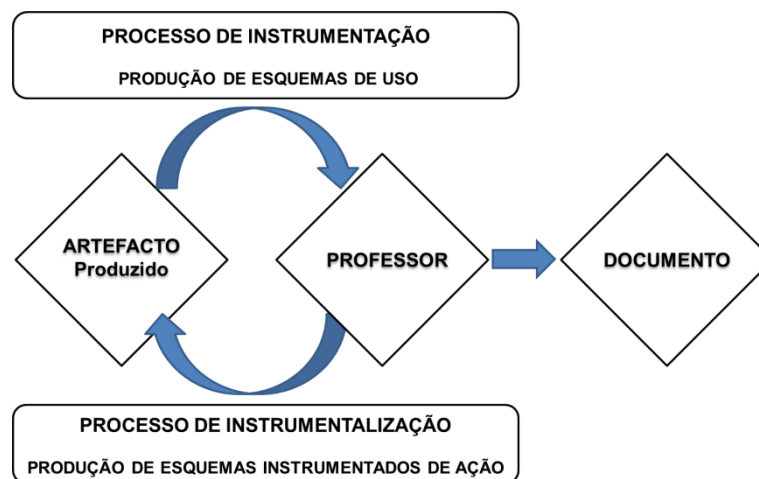


Fig. 4.8. Os processos de instrumentação e instrumentalização da gênese documental.

O *artefacto produzido* nesta dissertação foi definido como a componente secundária dos recursos tecnológicos, mediados pelos professores na ação de *replicação*, *adaptação* ou *improvisação* dos seus conteúdos ou dos manuais que eles acompanham, na forma, por exemplo, de fichas de trabalho com tarefas diversificadas e guiões de utilização das apliquetas e de software didático de matemática, em particular de geometria dinâmica.

No segundo capítulo foram discutidas condições para a passagem dos recursos a *documento*. Viu-se que a interação entre professores e recursos podia ser estudada pelas duas componentes da *gênese instrumental*, nesta dissertação denominada por *gênese documental*, para distinguir das ações de mediação dos professores com os RT, na sua componente primária. No *processo de instrumentação*, os professores experimentam os recursos nas suas aulas modificam esses recursos, incorporando-os nas suas próprias experiências. No *processo de instrumentalização*, os recursos, quando implementados pelos professores nas suas aulas, contribuem para modificar as suas práticas. Algumas condições devem estar reunidas para que tais processos aconteçam: os recursos devem ser flexíveis deixando em aberto possíveis escolhas didáticas para o professor; os recursos devem incluir o cenário de exploração, por forma a apoiar o professor quando este o aplica em situação nas suas aulas; os recursos devem incluir relatórios de experimentação para estarem completos, para que possa ser transmitida cada experiência do professor e tornada social. Por último, mas não menos importante, é necessária uma orquestração instrumental para organizar as relações dentro da comunidade e a interação entre os professores e os recursos (Drijvers e Trouche, 2008, p. 385).

O *artefacto produzido* foi parte integrante dos *cenários de exploração didática* construídos pelos professores e foram discutidos e apresentados os *esquemas de utilização* individual e social dos professores, associados ao *processo de instrumentação* da *gênese documental*. Falta verificar se há evidências dos professores o terem transformado em *documento*, através da construção de *esquemas instrumentados de ação* associados ao *processo de instrumentalização*.

Os retornos dos professores sobre as aulas que lecionaram foram categorizados, mas da sua análise verificou-se que são, na sua maioria, descrições genéricas das aulas onde foram aplicados os *cenários de exploração didática*. Apenas em alguns casos os professores refletem sobre as potencialidades e restrições das componentes dos *cenários de exploração didática* por eles

desenvolvidos. Considerou-se que havia evidências da construção de *esquemas instrumentados de ação* nos casos em que a reflexão do professor é focada num dos componentes do *cenário de exploração didática* e aos quais Drijvers (2012) acrescenta o *desempenho didático* (figura 4.9.).

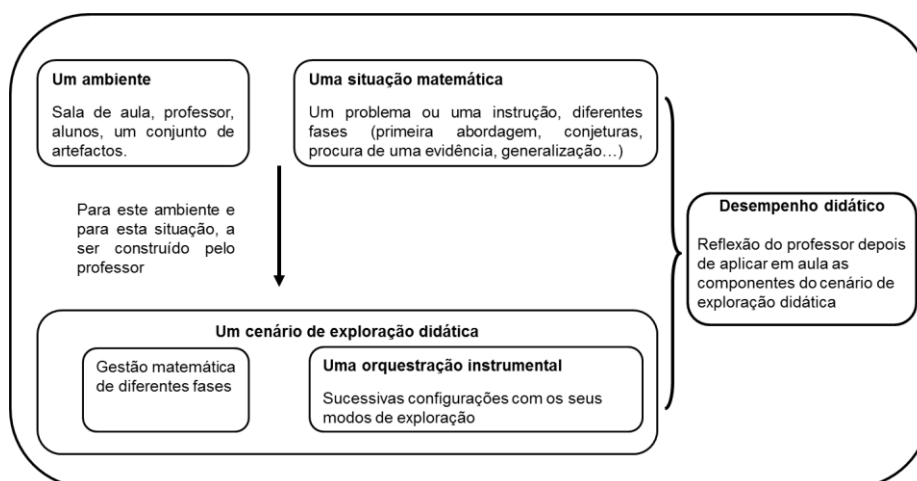


Fig. 4.9. Componentes dos *cenários de exploração didática* das oficinas de formação.

Os dados apresentados revelam que estiveram reunidas as condições para a produção dos documentos associados à *génese documental*, a saber: os RT são flexíveis e por isso permitiram escolhas didáticas diferentes para os professores; os professores desenvolveram *cenários de exploração didática* para apoiar a sua prática; os professores partilharam relatórios de experimentação; os professores não só ajustaram as *orquestrações instrumentais* às condições das suas escolas e às características dos alunos das suas turmas, como as apresentaram e discutiram com os seus pares. Por conseguinte, as oficinas de formação foram facilitadoras da criação das condições para que os professores transformassem os *artefactos produzidos* (componente secundária dos RT) em *documentos*.

O quadro 4.9. apresenta uma síntese dos *esquemas de utilização* da *génese documental* que resultam da análise das produções escritas.

Quadro 4.9. Síntese dos esquemas de utilização da génese documental.

<i>Esquemas de Utilização</i>	<i>Esquemas de uso</i> (Construção do CED)	<i>Esquemas instrumentados de ação</i> (Descrição e reflexão focada do CED)
Oficina de formação		
A	Todos	1, 9, 10, 11
B		3, 5
C		5, 6, 7, 8, 10, 11

No quadro 4.10. salienta-se o foco que o professor privilegiou no *retorno* que partilhou sobre o seu desempenho na aula.

Quadro 4.10. Síntese, por categoria, do foco dos retornos sobre o desempenho didático por oficina de formação.

Categorias	Oficina de formação e <i>retorno</i>
<i>O professor reflete sobre o artefacto tecnológico</i>	A10, A11, B5, C5, C10
<i>O professor reflete sobre o artefacto produzido</i>	A1, A9, A11, C6,
<i>O professor reflete sobre o seu papel</i>	C7, C8, C11
<i>O professor reflete sobre as produções dos alunos obtidas em aula</i>	B3
<i>O professor reflete sobre o currículo prescrito</i>	C1

Dos doze *retornos* sobre o desempenho didático, obtidos na oficina de formação A, apenas em cinco os professores refletem sobre os artefactos tecnológicos aplicados na aula e sobre os artefactos produzidos. Dos doze retornos da oficina de formação B em apenas dois os professores refletem sobre o artefacto tecnológico e sobre as produções dos alunos obtidas na aula. Finalmente, dos quinze retornos da oficina de formação C, apenas em sete os professores refletem sobre pelo menos uma das componentes dos cenários de exploração didática.

Como *esquema instrumentalizado de ação* na transformação do *artefacto produzido* em *documento* não foi considerada a categoria em que o professor apenas apresenta produções dos alunos sem análise das mesmas.

Apesar de nas produções orais apresentadas pelos professores no final das oficinas de formação, com base na utilização dos RT, terem sido reportadas várias experiências de ensino com situações de aprendizagem diversas, todas elas foram bem aceites pelos alunos e potenciadoras de aprendizagens significativas. De facto os professores tiveram sempre a preocupação de apresentar aos alunos situações de aprendizagem onde o papel destes não fosse passivo, o que em alguns casos foi além da utilização que os RT suportavam. Sempre que a seleção de várias ferramentas permitiu uma forte interação dos alunos, estes conseguiram desenvolver abordagens dos conceitos em estudo, que lhes permitiu a integração de diferentes representações. Os professores recolheram evidências de que os alunos conseguiram trabalhar os conceitos de modo refletido, quer estes tenham sido apresentados num formato mais lúdico ou mais formal. No entanto, da análise dos *retornos* sobre o desempenho didático dos professores, conclui-se que são mais descritivos das ações desenvolvidas nas aulas, do que reflexivos sobre a experiência pedagógica. Os professores apresentam poucos *retornos* escritos com evidências das potencialidades e restrições dos documentos produzidos, por exemplo: fichas de trabalho e guiões de exploração de apliquetas. Em poucos *retornos* escritos dos professores é possível identificar os esquemas de utilização dos RT enquanto artefactos documentais que evidenciem a sua transformação em documento.

Os professores salientam que o envolvimento dos alunos foi positivo, apresentam os resultados de questionários passados aos alunos no final da aula onde se utilizaram os RT, referem que obtiveram evidências positivas sobre a aprendizagem dos conteúdos mediada pela utilização dos RT, no entanto, há poucos relatos dos desempenhos dos alunos que suportam os retornos orais e escritos dos professores sobre a génese instrumental dos alunos durante a sua atividade com as tarefas preparadas com os RT.

As *orquestrações instrumentais* que permitiram aos professores organizar as relações dentro da comunidade e a interação entre os professores e os recursos têm que ser discutidas nos pequenos grupos e nos coletivos. Nos pequenos grupos são mais evidentes as *orquestrações instrumentais* (Mariotti, 2008) que conduziram à seleção do RT de acordo com a situação matemática a lecionar e as ações relacionadas com o *artefacto produzido*. Estas orquestrações saem reforçadas nas produções escritas dos professores que aplicaram o mesmo *cenário de exploração didática*, em turmas diferentes, mesmo nos que são mais descritivos, que salientam como foi positivo para os alunos a utilização de determinado em RT, mesmo que o ganho tenha passado apenas por mais concentração e empenho dos alunos.

A *orquestração instrumental* entre os professores e os recursos foi mais evidente na oficina de formação C, no tema de introdução dos princípios de equivalência para a resolução de equações do primeiro grau. Este facto advém de se tratar da oficina de formação em que o mesmo tema foi trabalhado em quatro *cenários de exploração didática* com três RT diferentes, duas apliquetas do Instituto Freudenthal e um vídeo da Academia Khan. As produções das experiências moderadas pelos formadores foram interessantes pois permitiram um registo dos aspetos mais conseguidos de cada um dos RT e a discussão de formas de ultrapassar as suas limitações. Não foi alheio a esta situação o terem estado envolvidos na discussão sete professores com experiências de ensino diferentes. No próximo capítulo apresenta-se com mais pormenor um episódio associado a um vídeo da Academia Khan e à discussão a que a situação matemática conduziu.

CAPÍTULO 5

Os esquemas sociais envolvidos nos processos de instrumentação e de instrumentalização

As pessoas sempre põem a culpa nas circunstâncias por serem quem são.
Não acredito em circunstância: os indivíduos de sucesso são aqueles que saem
e procuram as condições que desejam; e, se não as encontram, criam-nas.
(Bernard Shaw, Máximas para revolucionários)

Os esquemas sociais que os professores desenvolvem durante os *processos de instrumentação e instrumentalização* das *gêneses instrumental e documental*, não são alheios, entre outros aspetos, às suas representações sobre o ensino e aprendizagem da matemática e às formações inicial e contínua em que participam. Como se discutiu no segundo capítulo desta dissertação, para Rabardel e Samurçay (2001), os esquemas sociais são construídos e partilhados por uma comunidade de prática e podem dar origem à apropriação pelos sujeitos, mesmo durante um processo de formação. Para estes autores um esquema é o produto de uma atividade de assimilação, em que o ambiente e os *artefactos* disponíveis desempenham um papel importante. Os *artefactos* envolvem sempre um elemento social, eles são produtos de uma experiência social. Deste ponto de vista é impossível distinguir, as estruturas cognitivas (esquemas) dos sistemas culturais. A noção de esquema social pode ser definida como uma construção complexa, sendo um produto, do contexto, da história e da cultura (Noss e Hoyles, 1996).

Nas produções orais dos professores durante as sessões das oficinas de formação e a triangulação com as produções escritas foi também possível identificar cinco episódios nos quais são evidentes os esquemas sociais dos professores associados ao poder dos manuais, ao poder da experiência profissional e ao poder da preocupação com o cumprimento do currículo prescrito; o último episódio é um exemplo de rotura com o esquema social instituído. Os episódios que se seguem são exemplo da importância do contexto social na construção individual ou social dos cenários de exploração didática e na reflexão do desempenho didático. Ainda que representativos, estes esquemas sociais identificados não esgotam a multiplicidade das formas como o contexto social influencia o desenvolvimento profissional do professor.

1. Episódio 1 – O poder dos manuais e os cenários de exploração didática

Na oficina de formação A um dos cenários de exploração didática apresentado por um grupo de três professoras gerou uma discussão interessante com os formadores. Depois da análise da planificação a médio prazo das escolas, as professoras determinaram que a situação matemática que iria ser proposta em aula era a resolução de problemas envolvendo sistemas de duas equações a duas

incógnitas e iria ser aplicado em três turmas do nono ano, uma de cada professora. As salas teriam um computador ligado a um projetor e um computador para cada dois alunos, o recurso tecnológico para além do Geogebra, seria o manual interativo adotado na escola e o CD-ROM de apoio. A sequência das tarefas a propor aos alunos iria começar pelas professoras apresentarem uma demonstração dos procedimentos relacionados com a utilização do CD-ROM, do manual interativo e do Geogebra. As professoras iriam a seguir propor a resolução de um problema²⁰, conduzindo a aula no sentido de orientar as intervenções dos alunos colocando questões que contribuiriam para esclarecer conceitos e argumentações para serem eles próprios a tirar as conclusões pretendidas.

Como documentos as professoras elaboraram um guião de utilização do CD-ROM com duas tarefas: uma interativa para ser resolvida com o auxílio do vídeo do CD-ROM e outra não interativa. Na tarefa interativa, os alunos visionariam o vídeo do CD-ROM, equacionariam o sistema de equações e resolviam-no pelo método de substituição e recorrendo ao *Geogebra*, os alunos verificariam a solução do mesmo sistema de equações pelo método geométrico.

Numa das sessões da ação de formação, as professoras apresentaram as componentes do seu cenário de exploração didática, os formadores perguntaram em que altura da planificação o tencionavam enquadrar e a resposta foi no final da lecionação do tema. A ideia era seguir as propostas do manual para a apresentação do tema: começar pela apresentação do método de substituição para a resolução de sistemas de duas equações a duas incógnitas e resolver exercícios. Depois destas tarefas seria então aplicado o cenário de exploração didático apresentado, para o cumprimento do subtema do currículo prescrito: resolução de problemas envolvendo sistemas de equações. Os formadores questionaram qual a razão que levava as professoras a não começar o tema pelo cenário preparado na oficina. A resposta foi que isso seria um disparate porque, da muita experiência das professoras em lecionar o nono ano e do conhecimento de muitos manuais, a sequência era sempre a mesma. Os formadores salientaram o processo de descoberta pelos alunos característico do cenário apresentado em vez de um cenário mais expositivista associado às propostas dos manuais. Reforçaram, ainda, o carácter não prescritivo dos manuais e disponibilizaram-se para discutir mais o cenário então apresentado no sentido de alterar a representação das professoras sobre a sequência de lecionação do tema, mas não convenceram.

Embora, em privado, duas professoras partilhassem a sua concordância com a proposta dos formadores, durante a discussão não se manifestaram.

As professoras envolvidas pertenciam ao quadro de zona pedagógica, têm mais de dez anos de experiência e uma delas é formadora de professores. A construção social associada ao poder dos manuais revelou-se.

²⁰ Dizem os cães aos gatos: se um de vós se juntar a nós, o nosso grupo terá o dobro do vosso, mas se um de nós se juntar a vós, ficareis tantos como nós. Quantos cães existem?

2. Episódio 2 – O poder dos manuais e a aplicação dos recursos tecnológicos

Na oficina de formação A a apresentação dos artefactos produzidos por um grupo de quatro professores do quadro da mesma escola com muitos anos de experiência evidenciou um aspeto interessante da aplicação dos RT. Relacionado com o desenvolvimento profissional de um dos professores cuja única tecnologia que utilizava nas suas aulas eram as calculadoras gráficas e que veio frequentar a oficina de formação porque sentiu necessidade de conhecer e experimentar novos recursos.

A situação matemática pertencia ao tema da trigonometria e tratava-se das reduções ao primeiro quadrante que iria ser introduzida em três turmas do décimo primeiro ano. Os professores iriam trabalhar a pares nas turmas excetuando numa. A escola tem uma sala com computadores que estaria disponível. Os professores iriam utilizar a *apliqueta* do CD-ROM que acompanha o manual, construída no programa *The Geometer's Sketchpad* e que envolve dois círculos trigonométricos com dois ângulos, um assinalado a azul e outro a vermelho, a sua manipulação permite estabelecer as relações entre as razões trigonométricas dos ângulos do 1.º quadrante, com os dos 2.º, 3.º e 4.º quadrantes e o complementar do 1.º. A ficha de trabalho apresentava um conjunto de círculos trigonométricos com um ângulo do 1.º quadrante desenhado e com as relações que se pretendiam estabelecer, para completar pelos alunos, à medida que fossem manipulando a *apliqueta*. Na ficha de trabalho, os professores replicaram as igualdades estabelecidas no manual, para os alunos completarem. Os formadores propuseram uma tarefa de investigação em que se pedisse ao aluno apenas um desafio que seria o estabelecimento de relações entre as razões trigonométricas dos ângulos alfa do primeiro quadrante e os ângulos em estudo. A ficha de trabalho poderia apenas ter desenhado vários círculos trigonométricos para os alunos irem registando as conclusões. Os professores aceitaram bem a proposta, mas argumentaram que com certeza iria envolver mais aulas e a planificação da escola tinha apenas duas aulas de noventa minutos previstos para a introdução deste conteúdo.

Apesar de a escola reunir as condições para que a aula fosse centrada nos alunos, o professor com menos experiência em trabalhar com as tecnologias optou por utilizar apenas um computador para manipular a *apliqueta* e conduzir os alunos no preenchimento da ficha de trabalho, metodologia com a qual estava mais familiarizado. Os dois *cenários de exploração didática*, um centrado nos alunos e outro centrado no professor, foram pois apresentados pelo grupo como uma experiência para analisar se haveria diferenças no desempenho dos alunos. Em ambos cenários os professores relataram desempenhos positivos dos alunos e resultados em instrumentos de avaliação mais positivos que em anos anteriores. Os professores referiram como mais-valia da *apliqueta* o não ser necessário desenhar os círculos trigonométricos no quadro e por conseguinte foi mais rápido os alunos chegarem às conclusões.

Neste episódio os professores ajustaram o novo recurso à metodologia de trabalho que lhe era familiar. A *orquestração instrumental* na estratégia em que o professor manipulou a *apliqueta* é em tudo idêntica à de uma aula em que não estivesse presente tecnologia. No entanto, este professor

participou posteriormente com a investigadora numa oficina de formação sobre um modelo específico de calculadora gráfica e foi possível verificar que em aulas com a calculadora gráfica as suas aulas são centradas no aluno. A experiência partilhada em aula com os colegas que centraram as aulas nos alunos, com a utilização de vários computadores, pode ter sido um modelo para o professor. Todavia, o *retorno* deste professor sobre o seu desempenho didático refere aspetos do envolvimento dos alunos, dos resultados obtidos posteriormente nos testes e salienta que ambas as estratégias foram bem-sucedidas, mas não estabelece qualquer relação entre o cenário mais centrado no professor e o cenário mais centrado no aluno.

Estes episódios em que os professores ajustam os novos recursos às metodologias de trabalho que lhes são familiares também foram assinalados por Pepin (2012), como resultado da sua investigação.

3. Episódio 3 – O poder da experiência profissional e a aplicação dos recursos tecnológicos

Na oficina de formação B as apresentações das três professoras da mesma escola não deixou claro um aspeto que só ficou visível na análise dos retornos escritos individuais das professoras sobre os seus desempenhos em aula. A situação matemática era a introdução do Teorema de Tales e a resolução de exercícios que envolviam a sua aplicação. A aplicação teria lugar em três turmas do oitavo ano, uma de cada professora. As professoras replicaram uma ficha de trabalho do manual que incluía instruções para os alunos chegarem ao teorema através de uma construção realizada em GSP, e acrescentaram-lhe uma breve nota histórica sobre o matemático Tales. A escola possuía uma sala com computadores e estaria disponível, as professoras trabalhariam a pares.

No entanto, a análise dos retornos individuais sobre os desempenhos didáticos permite concluir que uma das professoras aplicou a tarefa sem a colaboração das colegas e nessa aula apenas existiu um computador. A construção foi realizada pela professora e em seguida os alunos realizaram os exercícios da ficha de trabalho. Algumas produções dos alunos integram o relatório da professora. Ao contrário do episódio anterior, neste caso, não há evidências da intencionalidade da aplicação dos dois cenários de exploração didática. É possível inferir que, tratando-se da professora com mais experiência do grupo, tenha existido algum constrangimento em assumir a falta de conhecimento no trabalho em aula com tecnologia centrado nos alunos. Também, neste caso, a professora teve oportunidade de participar nas aulas das colegas, mas não refere concretamente o resultado da experiência para o seu desenvolvimento profissional.

4. Episódio 4 – O poder do cumprimento dos programas e os cenários de exploração didática com recursos tecnológicos

Na oficina de formação B a apresentação dos resultados da aplicação do cenário de exploração didática 3, que já foi anteriormente apresentado aquando da reflexão do desempenho didático, gerou uma discussão interessante com os formadores e o restante coletivo de professores participantes. Durante o retorno oral, o professor manifestou a sua preocupação com o atraso provocado pela aplicação do cenário apresentado no cumprimento do programa. Ao seu lamento juntou-se um coro de dois professores de outra escola defendendo que a aplicação de tarefas de investigação e o uso na tecnologia condicionavam negativamente o cumprimento dos programas. O retorno escrito do professor, aquando da apresentação da reflexão sobre a sua experiência pedagógica começa com a transcrição de uma frase do diálogo com os formadores aquando da apresentação dos resultados obtidos na aula:

“Provavelmente se tivesses adotado outra estratégia para esta aula, nunca te terias apercebido de algumas das dificuldades destes alunos”. Foi com esta frase, que os formadores responderam à minha interrogação “Será que deveria ter escolhido outro método outra estratégia para implementar na aula?”. Observando por alguns instantes a sala e ouvindo as intervenções daqueles docentes, algumas das quais expressam opiniões por mim partilhadas, é possível constatar que promover atividades de investigação ou dinamizar aulas com recursos tecnológicos é, ainda difícil, devido a *limitações* várias que os docentes enumeraram. Também, as conceções de que este tipo de tarefas implica um “atraso” no cumprimento dos programas estiveram presentes. Basta-me, também, pensar que na minha escola estou num ponto do programa anterior ao dos outros docentes. E, que esse atraso se verificou desde a aula de investigação relativa às propriedades dos paralelogramos. E, surge então, contraditória a intervenção dos formadores “mas é suposto este tipo de atividades fazerem-vos [aos professores] ganhar tempo”. Mas, esta é quanto a mim, uma dualidade ainda difícil de gerir.

Na opinião dos formadores, o atraso referido surge da insistência do professor em investir uma aula só para a apresentação do *The Geometer's Sketchpad*, apesar de lhe terem sugerido fazê-lo apenas em parte de uma aula. O retorno do professor refere, ainda, as opiniões de concordância expressas por alguns pares que participavam na ação de formação. Saliente-se que, um dos professores que se manifestou favoravelmente sobre o incumprimento dos programas por causa da utilização da tecnologia, não preparou qualquer cenário de exploração didática para as suas turmas do décimo primeiro ano, durante a ação de formação e revelou sérias dificuldades na utilização dos recursos tecnológicos, para além do desconhecimento da sua existência. Optou por trabalhar em par com uma colega da sua escola e foi assistir, como assessor, à aula onde foi aplicado o cenário preparado na formação para duas turmas do décimo segundo ano. Trata-se do coordenador do departamento de ciências experimentais e delegado do grupo de matemática da sua escola, um professor do quadro de escola com muitos anos de serviço. A análise da argumentação do professor revela o seu desconhecimento do papel das novas tecnologias nos programas oficiais de matemática. A sua intervenção transmitiu uma visão da utilização da tecnologia como uma metodologia opcional e não como um tema transversal obrigatório. A não utilização das tecnologias em aula não confere uma análise justa sobre a sua relação com o incumprimento dos programas.

Outra das intervenções foi igualmente de uma professora à beira da reforma, da mesma escola do professor anteriormente referido, que optou por não entregar o retorno sobre a aula em que aplicou o recurso tecnológico que escolheu.

Neste episódio não é a experiência individual dos professores que dá origem à discussão, mas sim os esquemas sociais dos professores associados à resistência na utilização da tecnologia versus o cumprimento dos programas. O que sobressai é a iniciativa dos professores mais jovens em experimentar recursos novos e o desencorajamento dos mais antigos através de argumentos que não evidenciaram terem testado.

5. Episódio 5 – Um exemplo de rotura com o esquema social instituído

Na oficina de formação C, durante a fase em que os formadores acompanhavam o trabalho dos pequenos grupos na escolha do RT que mais se adequava à situação matemática que os professores iriam preparar para lecionar, no decorrer da oficina de formação, surgiu uma discussão interessante após a análise de um vídeo da Academia Khan. A ordem pela qual eram introduzidos os princípios de equivalência para a resolução de equações do 1.º grau era diferente da usualmente proposta nos manuais escolares portugueses, habitualmente, propõem a introdução do princípio da adição e a seguir o princípio da multiplicação. Ao passo que no vídeo da Academia Khan é proposta uma representação esquemática, uma representação simbólica e uma representação algébrica do princípio da multiplicação e posteriormente do princípio da adição (figura 5.1).

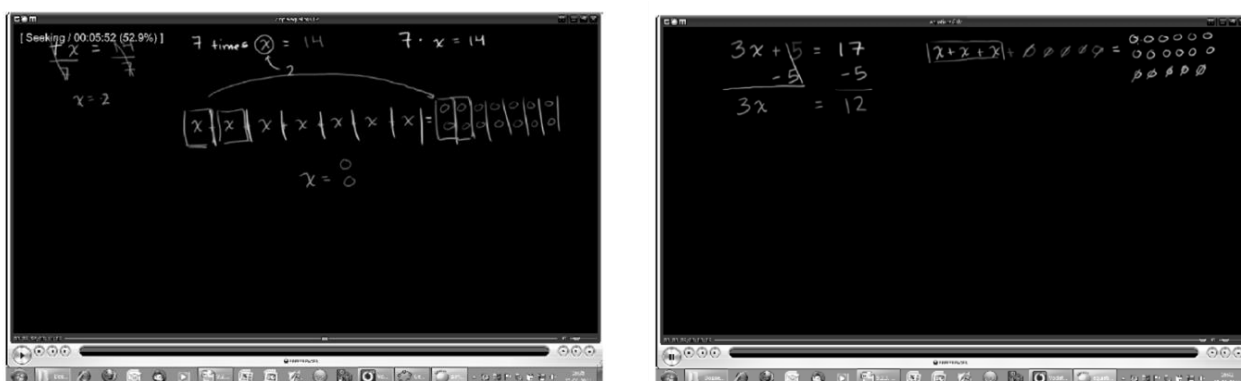


Fig. 5.1. Imagens do vídeo da Academia Khan sobre a introdução dos princípios de equivalência para a resolução de equações do 1.º grau.

Os formadores desafiaram os professores a seguir a proposta do vídeo e a recolherem evidências da aprendizagem dos alunos em comparação com os resultados obtidos em outros anos com a ordem habitualmente proposta nos manuais. Já foram apresentadas anteriormente algumas produções dos alunos, na reflexão do desempenho didático 4. Um dos professores registou no relatório que:

“A inversão da ordem de aprendizagem dos princípios de equivalência, tradicionalmente assumida no sistema de ensino, mostrou-se eficaz e profícua. Assim, num processo de auto-avaliação face à ordem de aprendizagem destes princípios utilizada em anos anteriores, foi possível constatar que ocorreu uma compreensão e interiorização mais natural e conseqüentemente, mais consistente e estruturada”.

O retorno oral dos três professores sobre esta experiência pedagógica, em grande grupo, permitiu que este coletivo partilhasse os erros que os alunos fazem aquando da simplificação da linguagem associada aos princípios de equivalência. É natural encontrar alunos que erroneamente assumem que a mudança de membro de um coeficiente é acompanhada da mudança de sinal do mesmo.

Este episódio, ainda que isolado, foi um exemplo obtido nos três coletivos que provocou em três professores uma mudança nas práticas letivas e a partilha significativa da experiência convenceu outros pares a inverter a ordem da introdução dos princípios de equivalência não necessariamente recorrendo ao mesmo RT.

CAPÍTULO 6

Contributo para o refinamento da ferramenta catalítica

Sem uma estrutura de organização o conhecimento é
meramente uma coleção de observações, práticas e
incidentes conflituosos.
(Jerome Bruner, 1960)

Neste capítulo estão em discussão as ações desenvolvidas para dar cumprimento ao quinto objetivo da tese de refinar o protótipo de "*uma ferramenta de análise de tarefas*" para fornecer um *retorno* de apoio à reflexão dos professores sobre o seu desempenho profissional. Durante a fase de análise dos dados, para esta dissertação, a investigadora tomou conhecimento dos trabalhos de Brigit Pepin (2012) sobre o conceito de *retorno (feedback)* não no sentido tradicional, como uma informação fornecida por um professor a um aluno sobre o seu desempenho, mas num sentido mais amplo como esclarecimentos, englobando as informações fornecidas por um agente, seja ele um professor, um colega, um livro, os materiais curriculares, relativamente aos aspetos da aprendizagem, da compreensão, do desempenho do participante.

Os dados analisados no quarto capítulo são reveladores de que existe um caminho a percorrer no sentido de melhorar a qualidade destes retornos dos professores sobre as suas experiências pedagógicas e a reflexão sobre as mesmas que permita a alteração das práticas de forma sustentada. A análise das produções escritas sobre os cenários de exploração didática e dos retornos escritos e orais dos professores sobre as aulas e os seus desempenhos didáticos durante as três oficinas de formação permitem inferir que o guião para o relatório final, solicitando considerações sobre a experiência pedagógica, ainda que com ideias chave condutoras da reflexão dos professores, não foi suficiente. Os professores, em geral, centraram-se num dos pontos propostos no guião apresentado pelos formadores, desenvolvendo uma reflexão simplificada quando comparada com as componentes apresentadas nos cenários de exploração didática construídos nas oficinas. Há poucos retornos nos quais o professor refere formas de melhorar o artefacto produzido e a reflexão sobre o seu desempenho didático, em poucos casos vai além da descrição sequencial das ações desenvolvidas com os alunos.

Todavia, os pontos sugeridos pelos formadores fazem parte das componentes dos cenários de exploração didática, em particular os que envolvem tarefas com recurso à tecnologia e por conseguinte, deveriam ser facilitadores de uma orquestração instrumental (Bussi e Mariotti, 2008) que permitiriam aos professores alterar os esquemas individuais e sociais associados às ações mediadas pelos artefactos tecnológicos.

Neste capítulo, como resultado da análise dos dados, ensaia-se um contributo para aperfeiçoar a *ferramenta catalítica* proposta por Pepin (2012). Em particular, com suporte nos trabalhos de Laborde (2011) procura-se completar o inventário da análise de tarefas estendendo-o àquelas que implicam a utilização de tecnologias. Pretende-se ainda acrescentar um inventário para a monitorização das ações do professor em aula sobre a manutenção ou declínio no grau de exigência de uma tarefa, com base nos trabalhos de Smith e Stein (1998).

O conceito de *retorno* foi expandido por Pepin (2012) ao desenvolvimento e utilização de uma *ferramenta* desenhada para ajudar os professores a desenvolver uma análise sobre as características das tarefas matemáticas, incluindo a sua seleção, alteração, enriquecimento e potencial utilização com os seus alunos. Para Baumfield (2006), a utilização de uma ferramenta no contexto da prática pedagógica é provável que (re)estruture as experiências dos professores. Uma nova ferramenta pode adicionar algo ao que já se faz; e igualmente interromper a prática dos participantes e tirar alguma coisa. Neste sentido, Pepin (2012) defende a qualidade reflexiva da ferramenta que desenvolveu e que denominou por ferramenta catalítica porque acredita que esta pode servir de catalisador para mudar a prática dos participantes. Pelas suas características esta ferramenta pode integrar a génese documental do professor no seu trabalho individual de preparação de cenários de exploração didática ou no trabalho com pares. A ação individual do professor resulta das decisões que assume como resultado do retorno da utilização da ferramenta, assim como das suas reações ao retorno. Como se viu no segundo capítulo (figura 2.8.), na ferramenta catalítica são distinguidos quatro níveis de retorno: o nível da tarefa, associado à compreensão e realização das tarefas; o nível do processo, associado aos principais processos necessários para entender e executar as tarefas com os alunos; o nível da automonitorização, associado à orientação e regulação das ações e à confiança do professor no seu trabalho com ferramentas e tarefas matemáticas; e o nível da autoavaliação, associado à avaliação e aos efeitos provocados e à confiança do professor para o envolvimento em futuras e novas investigações.

No segundo capítulo desta dissertação discutiu-se o papel dos materiais curriculares como agentes facilitadores do trabalho dos professores com os seus alunos e como agentes motivadores dos professores para investigações sobre e como trabalhar com os materiais. Estudos recentes defendem o papel educativo dos recursos curriculares, tanto como uma ferramenta para a aprendizagem do professor, como um suporte para que os professores se tornem construtores do currículo (por exemplo, Davis e Krajcik, 2005; Ruthven, Laborde, Leach e Tiberghien, 2009). Ruthven (2008) defende que existe um grande potencial de recursos curriculares e pedagógicos a serem concebidos, ou materiais existentes para serem alterados e enriquecidos, de modo a cumprir uma função educativa para o professor.

Dos quatro níveis definidos por Pepin (2012), para a sua ferramenta catalítica, foram considerados essenciais para aperfeiçoar, a escolha da tarefa e a seleção de um determinado artefacto tecnológico e a automonitorização das ações de regulação e orientação no trabalho do professor com a tarefa e com os alunos (figura 6.1.).

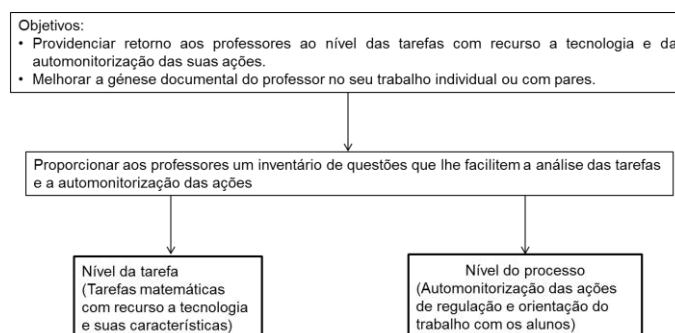


Fig. 6.1. Objetivos e níveis da ferramenta catalítica a refinar.

1. Apresentação do inventário para a análise de tarefas

A natureza das tarefas, como se viu no segundo capítulo desta dissertação, pode ser estudada com a atenção focada em aspetos diferentes das suas características. Pepin (2012) atendendo aos diferentes focos de análise das características de uma tarefa apresentados por vários autores (Carragher e outros, 1985/1987; Lave, 1988; Hiebert e Carpenter, 1992; Hiebert, 1997; Smith e Stein, 1998; Kilpatrick e outros, 2001) criou um inventário que resulta da compilação dessas propostas.

Este inventário faz parte de uma ferramenta que Pepin denominou de *catalítica* (2012), uma vez que funciona como catalisador da análise dos professores sobre as tarefas e a configuração que propõe parece vantajosa. No final do inventário o professor obtém como retorno a caracterização da tarefa que se propôs analisar. A análise desse retorno permite a reflexão e a tomada de decisões sobre a tarefa inicialmente inventariada.

No quadro 6.1. apresentam-se as componentes que fazem parte do inventário para a análise da tarefa e do qual fazem parte: o nível e o ano de ensino; os conteúdos; os processos; e o tipo de tarefa.

Nos conteúdos são propostos dois aspetos: o domínio e a conexão na matemática. O domínio pode ser: os números, a álgebra, a geometria, a medida e a estatística e probabilidade. A conexão na matemática está separada em: dentro da matemática e através de outros temas.

Os processos podem ser por: representação, análise-raciocínio, análise-processual, interpretação e comunicação oral (implícita ou nenhuma). A seguir aparece uma subdivisão denominada por fluência processual e está dividida em passos, 1, 2 e 3, a serem realizados [não discriminados].

O tipo de tarefa está dividida em: familiaridade; contexto; compreensão concetual; exigência cognitiva; representação matemática; e ferramentas. A familiaridade, por sua vez, está subdividida, no seguimento do programa, com alguns aspetos novos e uma situação não conhecida anteriormente. O contexto pode ser puro, artificial ou autêntico. A compreensão concetual pode ser: implícita, explícita ou subordinada. A exigência cognitiva está subdividida em: conhecimento (escrever, lista, nome), compreensão (descrição, sumário), aplicação (usar, resolver, aplicar), análise (comparar, analisar), síntese (planear, inventar, desenvolver), avaliação (criticar, justificar).

A representação matemática é separada em analógico, pictórico (por exemplo, com gráficos), simbólico, numérico.

Por último, as ferramentas podem ser a calculadora, o computador ou ferramentas de geometria (compasso, transferidor).

O trabalho do professor com a ferramenta passa a ser entendido como um processo que ocorre para além do que acontece na aula, incluindo a análise e seleção de materiais curriculares como parte da planificação e reflexão. A investigação tem mostrado que o investimento em melhorar as planificações e reflexões representa um grande potencial para melhorar a qualidade do ensino (Ball e Cohen, 1999; Fernandez, 2002; Hiebert e outros, 2003). Para além disto, é consensual na investigação sobre a aprendizagem do professor a evidência de que, para que o desenvolvimento profissional tenha lugar, é necessário criar oportunidades para os professores trabalharem juntos, na análise e discussão dos materiais curriculares em ligação com a sua prática.

Quadro 6.1. Inventário para a análise de uma tarefa segundo Pepin.

Inventário para a análise de uma tarefa		
Origem do texto:		Nível/ano:
Conteúdo	Domínio	Números Álgebra Geometria Medida Estatística e probabilidade
	Conexão na matemática	Dentro Através de outros temas
Processos		Representação Análise-raciocínio Análise-processual Interpretação Comunicação oral (implícita ou nenhuma)
	Fluência processual	Passo 1 a realizar Passo 2 a realizar Passo 3 a realizar
Tipo de tarefa	Familiaridade	No seguimento do programa Com alguns aspetos novos Uma situação não conhecida anteriormente
	Contexto	Puro Artificial Autêntico
	Compreensão concetual	Implícita Explícita Subordinada
	Exigência cognitiva	Conhecimento (escrever, lista, nome) Compreensão (descrição, sumário) Aplicação (usar, resolver, aplicar) Análise (comparar, analisar) Síntese (planear, inventar, desenvolver) Avaliação (criticar, justificar)
	Representação matemática	Analgico Pictórico (por exemplo, com gráficos) Simbólico Numérico
	Ferramentas	Calculadora Computador Ferramentas de geometria (compasso, transferidor)

Fonte: Pepin (2012, pp. 139-140).

Pepin pretende, com o seu trabalho (2012), melhorar a compreensão e teorizar o conceito de retorno em ligação com as ferramentas didáticas. Neste contexto, as ferramentas deixam de ter o significado usual como tratando-se de um “modo de linguagem, que diz alguma coisa aos que a entendem, sobre as operações de uso e as suas consequências... Nos atuais contextos culturais, esses objetos estão intimamente ligados com as intenções, empregos e propósitos, têm uma voz eloquente” (Boydston, 1986, p.98) e assumem um papel novo na investigação como uma ligação poderosa à aprendizagem do professor.

Em termos de desenvolvimento profissional, o estudo de Pepin (2012) envolveu diferentes atividades em sessões presenciais que estão sistematizadas no quadro 6.2.. A observação do quadro permite concluir que a autora distinguiu diferentes tipos de retorno e associou-os ao conhecimento e aprendizagem dos professores durante as atividades desenvolvidas nas sessões. A autora explica que na investigação, em termos teóricos, focou a análise nos tipos e papel do retorno estimulados pelo uso da ferramenta, para desenvolver uma compreensão mais profunda da interação do retorno no desenvolvimento profissional dos professores.

Quadro 6.2. Tipos de retorno e relação com a atividade segundo Pepin.

Fase	Atividade	Tipo de retorno	Conhecimento/aprendizagem do professor
Revisão de literatura	Leitura, discussão e apresentação de literatura sobre "aprendizagem da matemática com compreensão".	Reflexivo (focado no conhecimento/aprendizagem)	Desenvolver conhecimentos para além do contexto imediato. Visualização da matemática / aprendizagem matemática de maneiras diferentes.
Desenvolvimento da calendarização da análise de tarefas	Desenvolvimento / alteração / reformulação da tarefa matemática; análise da ferramenta para análise de tarefas (com base em Pepin, 2008). Análise de "diferentes" tarefas matemáticas.	Diagnóstico, reflexivo	Como analisar tarefas matemáticas. Esclarecer ideias sobre o propósito das tarefas e sobre o que as tarefas matemáticas podem inerentemente possuir.
Análise de tarefas	Auditoria / coleção de recursos disponíveis no departamento de matemática da escola. Uso da "ferramenta" para analisar / alterar / enriquecer tarefas matemáticas.	Diagnóstico (focado na aprendizagem e competências)	Questionamento criativo em relação ao propósito e ao valor das tarefas matemáticas. Estratégias alternativas de conceção de uma tarefa matemática. Seleção de tarefas apropriadas para o ensino.
Avaliação, análise de tarefas e currículo nacional	Uso da "ferramenta" para a análise de tarefas de avaliação / perguntas do teste. Avaliação, tarefas matemática e Currículo Nacional. Preparações de tarefas para os professores aplicarem em aulas.	Diagnóstico	A confiança para alterar e enriquecer os materiais para fins especiais. Contexto (avaliação e Currículo Nacional) e conteúdo.
Passos de aprendizagem	Passos de Aprendizagem (observação de aulas: professor educador e cada professor observa a aula do outro). Observação de aulas uns dos outros. Discussão de aulas (reproduzir) e Retorno para o outro.	Reflexivo (retorno na prática: sugerir estratégias alternativas e experimentação de diferentes tarefas e práticas)	Promulgação "criativa" de materiais. Tornar a aprendizagem mais explícita. Abertura para a ajuda crítica em investigação para construir autonomia.

Fonte: Pepin (2012, p. 129).

O desempenho do professor nas atividades desenvolvidas, nas fases do trabalho presencial, foi associado a um tipo de retorno, que foi denominado por reflexivo e diagnóstico. A autora não refere na apresentação dos dados, se o retorno foi obtido oralmente ou com o auxílio de algum suporte escrito para além do inventário associado à ferramenta catalítica. A última coluna do quadro permite ainda inferir a ligação do retorno obtido com o conhecimento e aprendizagem do professor.

2. Refinamento do inventário para a análise de tarefas e automonitorização de ações

O retorno sobre a monitorização do professor na aplicação de um artefacto produzido e cuja resolução pode ser mediada por um artefacto tecnológico pode também ser melhorado através de um inventário de ações a ter em atenção antes e durante a aula.

A seleção da orquestração instrumental anterior à aula, com sucessivas configurações e os seus modos de exploração, de acordo com um determinado tratamento matemático e com os objetivos pedagógicos do professor (Drijvers e Trouche, 2008, 2012), é uma componente integrante do inventário das ações a desenvolver na aula.

No decorrer da aula e na fase da orquestração instrumental (Bussi, 1998), ao coordenar os diálogos produzidos durante as discussões em aula, entre aluno-aluno e professor-aluno, o professor deve estar particularmente atento aos fatores que mantêm ou reduzem a exigência cognitiva do *artefacto produzido*, na forma de tarefa, ou guião de utilização de um determinado software, ou de ficha de trabalho, etc. que está a ser aplicado.

No seguimento do anteriormente apresentado, e tentando completar o guião proposto por Pepin (2012), o quadro 6.3. apresenta uma proposta de inventário para a análise de um artefacto produzido (por exemplo: uma ficha de trabalho, um guião para uma apliqueta de um recurso tecnológico, um guião de utilização de um software específico para auxiliar a aprendizagem dos alunos) para ser aplicado com os alunos com recurso a um artefacto tecnológico. Na fase de produção do cenário de exploração didática pretende-se apoiar o professor na reflexão sobre a adequação dos artefactos tecnológico e produzido à situação matemática. Ou seja, ajudar o professor a refletir nas vantagens e desvantagens da utilização do artefacto tecnológico como mediador da aprendizagem do aluno numa determinada situação matemática. Na fase da aula, pretende-se, em particular, alertar o professor para as ações a que deve estar atento na aplicação do artefacto produzido para que o grau de exigência da tarefa não se altere durante a orquestração instrumental com os alunos.

Este inventário assume, na primeira parte, a forma de perguntas que funcionam com a mesma finalidade das componentes que integram a ferramenta catalítica. O professor, no seu trabalho autónomo ou em pares utiliza a ferramenta com uma dupla funcionalidade obter o retorno da utilização da ferramenta, assim como das suas reações ao retorno. Desta forma a génese documental é apoiada por um suporte catalisador da tomada de decisões na fase de seleção da tarefa e durante a sua aplicação em aula.

O inventário pode ser usado em dois momentos: durante a construção do cenário de exploração didática em que se solicita uma análise das tarefas a propor aos alunos e após a sua concretização, suportando a reflexão sobre pormenores da aula, em especial, das orquestrações com os alunos. As ações que o professor deve monitorizar durante a aula servem também como agentes reguladores dos tipos de orquestrações aluno- aluno e professor-aluno a que importa estar atento no sentido de não alterar o grau de exigência do artefacto produzido.

Quadro 6.3. Inventário para a análise de um artefacto produzido com um recurso tecnológico para as ações em aula.

Tipo de tarefa	Questões a monitorizar na fase de construção do cenário de exploração didática
<p>Tarefas em que o ambiente facilita as ações, mas não alteram a tarefa do ponto de vista do aluno.</p> <p>Tarefas em que o ambiente facilita a exploração e análise os alunos.</p> <p>Tarefas que têm uma parte que pode ser feita com papel e lápis, mas pode ser resolvida de forma diferente no ambiente tecnológico.</p> <p>Tarefas que não podem ser resolvidas sem a mediação do ambiente tecnológico.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Existe um problema real para ser resolvido? • Que tipo de conhecimento matemático exige a resolução da tarefa com a tecnologia? • Do ponto de vista do conhecimento matemático a que se destina a tarefa, é a estratégia mais eficiente para a resolução do problema no ambiente tecnológico? • Que tipo de aprendizagem pode promover a tarefa? • Esta análise deve ser feita tendo em conta os conhecimentos prévios dos alunos e as suas conceções? • Quais são os meios de ação previstos no ambiente para resolver a tarefa? • São os valores das variáveis da tarefa escolhida que promovem as estratégias desejadas? • Existe retorno do ambiente para inviabilizar estratégias erradas? • O que sabem os alunos sobre como usar o ambiente para resolver a tarefa? • Será que o conhecimento matemático dos alunos lhes permite resolver a tarefa usando ferramentas do ambiente com as quais não estão familiarizados ou, inversamente, pode construir-se uma nova estratégia de resolução capitalizando a sua familiaridade com o ambiente?
Em aula	Ações a monitorizar durante a fase da orquestração instrumental com os alunos
<p>Para manter a exigência cognitiva da tarefa</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Apoiar o pensamento e raciocínio do aluno. • Dar aos alunos os meios para avaliar o seu próprio progresso. • O professor ou alguns alunos devem exemplificar desempenhos de nível elevado. • O professor deve estimular justificações, explicações e significados através de questões, comentários e retornos. • As tarefas devem ter atenção ao conhecimento prévio dos alunos. • O professor deve estabelecer frequentemente conexões concetuais. • Deve ser dado tempo suficiente para explorar as tarefas, nem de menos nem de mais.

Quadro 6.3. Inventário para a análise de um artefacto produzido com um recurso tecnológico para as ações em aula (continuação).

Em aula	Ações a monitorizar durante a fase da orquestração instrumental com os alunos
Para evitar o declínio da exigência da tarefa	<ul style="list-style-type: none"> • Aspectos problemáticos da tarefa não devem tornar-se rotineiros. • O professor não pode tomar conta do pensamento e raciocínio e dizer aos alunos como resolver o problema. • O professor não pode mudar a ênfase dos significados, conceitos ou compreensão para a correção ou perfeição das respostas. • Não ser dado tempo suficiente para lidar com aspetos exigentes da tarefa, ou ser dado demasiado tempo. • Os alunos não serem responsabilizados pelos resultados ou processos. • Dar a impressão aos alunos que o seu trabalho não será tido em consideração para a avaliação.

A experiência da investigadora de outros projetos, nomeadamente, o acompanhamento local dos programas do ensino secundário portugueses de 1997 (Teixeira, 2004) demonstrou que a criação de uma rede de confiança (isto é, uma comunidade de prática) para o trabalho entre pares de escolas vizinhas precisa de tempo e de uma aprendizagem por parte do professor. Mas os resultados mostram que, ultrapassados os constrangimentos iniciais, o professor desenvolve uma atitude de aceitação de uma ajuda construtiva ao seu trabalho e uma abertura para adaptar, ajustar ou alterar as suas práticas no sentido da promoção do seu desenvolvimento profissional. Os inventários aqui elaborados podem desempenhar um papel importante e deverá, pois, ser mais profícuo para o desenvolvimento profissional do professor que numa primeira fase, o trabalho com a ferramenta catalítica seja realizado em trabalho de pares num contexto de formação. Não se pretende que estes inventários neutralizem os esquemas sociais que o professor assimilou nos seus contextos, mas pretende-se, antes, que com o trabalho sobre esses retornos, em pequenos grupos e enriquecido em grande grupo, os professores, individualmente ou coletivamente, elaborem ferramentas que permitam uma integração profícua dos recursos tecnológicos na aula de matemática.

CAPÍTULO 7

Considerações finais

O que hoje não sabemos, amanhã saberemos.
(Garcia de Orta, 1563)

Esta dissertação estuda o papel do professor na integração de novos materiais na sua prática pedagógica e em particular as interações que ele estabelece com um novo recurso didático introduzido pelas editoras para acompanhar os manuais escolares. Este novo recurso didático, porque envolve suportes tecnológicos, CD-ROMs e plataformas digitais, exige do professor um conhecimento profissional que lhe facilite a integração nos seus cenários didáticos e nas suas práticas letivas, de forma adequada às condições tecnológicas das suas escolas, às características das suas turmas e às suas crenças sobre o ensino da matemática.

O problema central desta tese são os processos através dos quais os professores replicam, adaptam e improvisam tarefas com utilização dos recursos tecnológicos que acompanham os manuais escolares de matemática. Para obter as respostas para o problema central foram definidos cinco objetivos, quatro diretamente relacionados com a preparação de aulas com a utilização destes recursos tecnológicos e as técnicas de integração destes em aula, desenvolvidos em contexto de formação contínua de professores. Mais especificamente, os objetivos são: identificar os esquemas de utilização dos professores nas ações mediadas por estes recursos tecnológicos; identificar os tipos de interação entre os professores e estes recursos tecnológicos; identificar as orquestrações instrumentais que os professores utilizam quando trabalham com estes recursos tecnológicos; promover o desenvolvimento pessoal e profissional dos professores em contexto de formação contínua; refinar o protótipo de "uma ferramenta de análise de tarefas" para fornecer retorno aos professores.

O último objetivo está relacionado com o complemento de uma ferramenta de análise de tarefas com a qual se procura melhorar o retorno que o professor pode obter das tarefas que planifica, da monitorização das suas ações durante aplicação das mesmas e do seu desempenho didático nas aulas que envolvem os recursos tecnológicos.

As oficinas de formação contínua tiveram lugar nos anos letivos 2009/10 e 2010/11 e foram certificadas pelos órgãos competentes do Ministério da Educação português para se estudar interação dos professores com as tarefas com utilização dos recursos tecnológicos e decorreram ao longo de um período letivo. Duas oficinas foram realizadas durante o primeiro período (entre setembro e dezembro) do ano letivo de 2009/10 e uma terceira teve lugar durante o terceiro período (entre março e junho) do ano letivo de 2010/11. As oficinas de formação tiveram a duração de setenta horas, das quais trinta e cinco foram presenciais.

O estudo envolveu 63 professores de 24 escolas básicas e secundárias do distrito de Setúbal, dos quais dezassete eram contratados com menos de dez anos de serviço, dez eram

professores de quadros de zona pedagógica e trinta e seis estavam efetivos em quadros de escolas ou agrupamentos de escola.

1. O estudo e a teoria da atividade

Para dar resposta ao problema central desta dissertação foram mobilizadas duas abordagens da teoria da atividade: a teoria sociocultural da ação mediada (Wertsch, del Rio e Alvarez, 1995) e a teoria da aprendizagem situada (Lave e Wenger, 1991), ambas inspiradas no trabalho de Vygotsky e com o mesmo foco da teoria da atividade, a ênfase na mediação da ação humana através de artefactos culturais. O ponto de partida da teoria sociocultural da ação mediada é a ideia vygotskiana de mediação do comportamento por sinais e outros artefactos culturais, reforçada e enriquecida, em 1982, por Bakhtin, com as noções de linguagem social, género, fala e voz (Wertsch, 1991), e para isso, a unidade de análise apropriada é a ação mediada (Wertsch, 1995). O foco está no desempenho de ações individuais num cenário sociocultural.

Aos conceitos da teoria da atividade, recuperados dos trabalhos anteriormente mencionados, foi possível associar investigações recentes sobre o papel do professor na mediação de artefactos com vista à promoção do ensino e aprendizagem dos alunos. Entretanto, ainda mais recentemente, a investigação estendeu os conceitos da teoria da atividade ao trabalho documental do professor quando integra novos recursos didáticos nos cenários das suas aulas e na sua prática letiva. Por conseguinte optou-se por definir uma unidade de análise para este estudo suportada na teoria da atividade.

No seguimento do anteriormente exposto, a unidade de análise desta dissertação foram as ações dos professores com os recursos tecnológicos que acompanham os manuais na preparação de cenários de exploração didática e no retorno sobre o seu desempenho didático após a aplicação das aulas, no contexto de uma ação de formação contínua. Esses recursos tecnológicos, enquanto artefactos, por causa das suas características foram divididos em duas componentes, estudadas em separado: uma primária, relacionada com o seu formato tecnológico, em CD-ROM e em plataforma digital; e uma secundária, relacionada com os seus conteúdos.

As ações dos professores foram acompanhadas por dois formadores durante um período letivo, durante as escolhas associadas às componentes dos *cenários de exploração didática*, nomeadamente, a turma, o nível de ensino, os recursos tecnológicos disponíveis nas escolas e as orquestrações instrumentais. Estas últimas distinguidas em configurações didáticas e modos de exploração.

Neste estudo, foi visível a manifestação de interesse dos professores no trabalho com este novo recurso didático e com o seu formato tecnológico. Saliente-se que a participação dos professores nas oficinas de formação foi em regime de voluntariado, não tendo sido feita uma

seleção relacionada com o tempo de serviço dos professores ou com a sua experiência no trabalho com as novas tecnologias. Reforce-se ainda a ideia de que se por um lado os professores precisavam, no âmbito da sua formação, de realizar formação acreditada, por outro lado, os três centros de formação onde foram acreditadas as oficinas de formação ofereciam outras formações para os professores de matemática. Portanto, a adesão não esteve relacionada com a falta de oferta, o que torna visível a vontade dos professores, também manifestada nos relatórios, em receber formação sobre os recursos tecnológicos que acompanham os manuais e consequentemente integrá-los nas suas práticas letivas de forma significativa para a aprendizagem dos seus alunos.

2. Resposta aos objetivos

Em relação ao primeiro objetivo do estudo, pretendia-se identificar os esquemas de utilização dos professores nas ações mediadas pelos recursos tecnológicos, distinguidos em *esquemas de uso* e em *esquemas instrumentados de ação*. Pretendia-se desta forma que no estudo da unidade de análise fosse possível um refinamento no tratamento dos processos de instrumentação e instrumentalização da génese instrumental e da génese documental tal como foram definidas no quarto capítulo. As ações dos professores, associadas ao trabalho com a componente primária do artefacto, foram operacionalizadas no estudo dos processos associados à génese instrumental e as ações associadas ao trabalho com a componente secundária dos artefactos foram operacionalizadas no estudo dos processos associados à génese documental.

Os recursos tecnológicos que acompanhavam os manuais do ensino secundário apresentavam uma maior diversidade de propostas. Os CD-ROMs que acompanhavam os manuais do ensino secundário da editora A, por exemplo, respeitavam a sequência dos temas do currículo prescrito e dentro de cada tema apresentavam um conjunto de apliquetas em programas de geometria dinâmica e em *flash* para as quais o manual apresentava propostas de tarefas para serem desenvolvidas pelos alunos. Por sua vez, a editora B, propunha a apresentação dos conteúdos em vídeos de curta duração, onde podia ser visionado a explicação de um conceito. Por exemplo, para a introdução do conceito de radiano, uma voz feminina explicava o que uma professora realizava com um copo e um fio em cima de uma mesa.

Para os manuais do ensino básico, em particular os do nono ano de escolaridade, apenas a editora B apresentava propostas que não iam além dos vídeos explicativos. Em contrapartida, o endereço eletrónico do Ministério da Educação onde estavam disponíveis as brochuras temáticas de apoio à aplicação do programa do ensino básico de 2008/09 e os materiais experimentados com as turmas-piloto distinguiam-se pela qualidade das propostas.

Ao processo de instrumentação da génese instrumental estiveram associados esquemas de uso através dos quais os professores evidenciaram as potencialidades e as

restrições dos recursos tecnológicos. Os pequenos grupos de participantes consideraram que as editoras respeitaram a sequência dos temas preconizada no currículo prescrito, mas que alguns CD-ROMs apresentavam propostas muito redutoras que não iam muito além de uma versão eletrônica literal (pdf) do manual sem qualquer forma de interatividade. Nem todos os temas tinham propostas para serem trabalhadas com o manual. No entanto, dentro da mesma editora, era seguida a mesma filosofia para níveis de ensino diferentes.

Nas duas primeiras oficinas de formação, a maioria dos professores não possuía os recursos tecnológicos e apenas tinham tido contato com estes materiais nas sessões de apresentação dos manuais realizada pelas editoras.

A reorganização das editoras em grupos editoriais, ocorrida em 2010, melhorou o suporte destes recursos, que passaram a estar disponíveis em duas plataformas digitais de acesso limitado aos professores que adotassem manuais das respectivas editoras e aos seus alunos.

Por isso, na terceira oficina de formação os professores tiveram acesso a recursos tecnológicos mais diversificados e de melhor qualidade. Mas é também nesta oficina de formação que os professores se propõem analisar os endereços eletrônicos da Academia Khan e do Instituto Freudenthal. Nessa fase, estes recursos tinham-se tornado familiares aos professores que os conheciam e em alguns casos já os haviam integrado nas suas aulas. De referir que a editora D tinha, nos seus recursos tecnológicos, algumas apliquetas do Instituto Freudenthal.

Os esquemas instrumentados de ação associados ao processo de instrumentalização da génese instrumental foram visíveis nas ações dos professores em duas fases. Em treze casos ocorreu em simultâneo com os esquemas de uso, a análise dos professores sobre as potencialidades e restrições dos recursos tecnológicos foi acompanhada de esquemas instrumentados de ação focados no currículo prescrito, na tecnologia disponível na escola ou nos alunos ou em combinações de pelo menos dois destes focos. Nos restantes só durante a fase de construção dos cenários de exploração didática foram visíveis os esquemas instrumentados de ação.

A génese instrumental dos professores nas ações de análise dos recursos tecnológicos foi acompanhada por esquemas de utilização que lhes permitiram a passagem do artefacto tecnológico a instrumento. Todas as aulas planificadas integravam conteúdos dos recursos tecnológicos analisados.

Em relação à génese documental o tratamento dos esquemas de utilização foi definido em momentos diferentes da atividade dos professores. Os esquemas de uso referentes à análise das restrições e potencialidades dos conteúdos dos recursos tecnológicos associados ao processo de instrumentação foram visíveis durante a construção dos cenários de exploração didática. Os esquemas instrumentados de ação resultaram dos retornos que os professores partilharam sobre o seu desempenho didático nas aulas onde aplicaram os cenários de exploração didática.

O segundo e terceiro objetivos do estudo (identificar os tipos de interação entre os professores e os recursos tecnológicos e identificar as orquestrações instrumentais) estão encadeados com o primeiro. Estes objetivos foram alcançados durante a atividade dos professores na definição das componentes dos cenários de exploração didática a saber: a configuração didática (situação matemática e artefactos produzidos) e os modos de exploração.

Nas configurações didáticas, os professores de acordo com a sequência do currículo prescrito e das planificações a médio prazo das suas, selecionaram conteúdos a serem introduzidos com a utilização dos recursos tecnológicos. Por conseguinte, as situações matemáticas envolveram os conteúdos que os professores iriam trabalhar com os seus alunos, durante o período de realização das oficinas de formação. Excetuando um caso em cada uma das três oficinas de formação em que a atividade dos alunos não foi suportada por qualquer documento em suporte papel, todos os professores replicaram, adaptaram ou improvisaram um artefacto produzido dos conteúdos dos manuais ou dos recursos tecnológicos que os acompanhavam. A produção destes documentos revela influências da experiência individual dos professores e influências sociais do que é comumente aceite como natural. Neste estudo é visível a importância do papel que os manuais e os recursos tecnológicos que os acompanham desempenham no trabalho documental dos professores. Excepcionalmente os professores improvisaram documentos para os conceitos que pretendiam lecionar, a primeira opção foi, em geral, replicar ou adaptar algo proposto nos documentos oficiais, manual ou conteúdo do recurso tecnológico.

As orquestrações instrumentais foram visivelmente condicionadas pelos ambientes tecnológicos das escolas, mas pontualmente foi também identificada a influência do conhecimento profissional do professor nas tomadas de decisão. Em dois casos foi possível triangular os dados e concluir que, apesar das escolas reunirem as condições para serem desenvolvidas orquestrações instrumentais centradas nos alunos, os professores optaram por orquestrações centradas no professor. As opções sobre os arranjos dos artefactos tecnológicos disponíveis foram apresentadas nos cenários de exploração didática e foi possível triangular, posteriormente a sua aplicação em aula nos retornos que os professores escreveram. Mesmo nos retornos em que apenas se descreveu a aula foi possível verificar que o arranjo de orquestrações inicialmente previsto foi aplicado. No entanto, no que se segue, em relação à apresentação dos resultados refere-se sempre às orquestrações propostas nos cenários de exploração didática.

A qualidade e a quantidade de tecnologia disponível, associadas ao conhecimento profissional do professor, limitaram as opções dos professores. Apesar das propostas, nos currículos prescritos da tecnologia como tema transversal, alguns cenários de exploração didática só contaram com um computador ligado a um projetor na aula. Em trinta e nove cenários de exploração didática, em onze o ambiente tecnológico teve apenas um computador ligado a um projetor.

Dos sete tipos de orquestração instrumentais propostas por Drijvers (2010, 2012), na oficina de formação A, a orquestração instrumental *trabalha e anda pela sala* esteve presente em cinco dos onze cenários apresentados, e em outros dois cenários foi combinada com a orquestração *discussão do ecrã*. Nesta oficina os professores optaram apenas pelas orquestrações *demonstração técnica*, *ligação quadro-ecrã*, *discussão do ecrã* e *trabalha e anda pela sala*. Nestes casos, a orquestração *trabalha e anda pela sala* não assume o formato definido por Drijvers, uma vez que a aula é concluída com uma discussão com a turma toda no sentido de melhorar a génese instrumental coletiva dos alunos. Uma explicação possível para que a orquestração instrumental *trabalha e anda pela sala* ter sido a predominante neste grupo de professores pode ter relação com o menor grau de familiaridade destes com a tipologia dos recursos tecnológicos.

Os professores que participaram na oficina de formação B optaram, pelo menos uma vez, por todas as orquestrações instrumentais. Uma vez mais, a *trabalha e anda pela sala* foi aquela que integrou mais cenários, cinco dos doze construídos. Mas, nesta oficina, a *discussão do ecrã* foi também uma orquestração representativa das opções dos professores, esteve presente em quatro cenários.

Na oficina de formação C, que foi frequentada por professores que já conheciam ou usavam os recursos tecnológicos nas suas aulas, a orquestração dominante foi a *discussão do ecrã*, surge em dez dos quinze cenários construídos. A orquestração *trabalha e anda pela sala* aparece combinada com outras orquestrações em oito cenários e sozinha em apenas um. Nesta oficina não foram utilizadas as orquestrações *demonstração técnica* e *assinala e mostra*.

A diversidade de orquestrações instrumentais não permite a caracterização de uma aula tipo no coletivo de professores que participaram nas oficinas. No entanto, uma análise de pormenor permite concluir que as orquestrações instrumentais *trabalha e anda pela sala* e a *discussão do ecrã* se apresentaram como as mais escolhidas pelos professores. Em ambas sobressai o cuidado do professor com a génese instrumental dos alunos, ainda que na primeira ela ocorra numa interação individual aluno-professor e na segunda em interações turma-professor. Na oficina de formação A estas duas orquestrações aparecem combinadas em quatro cenários e na oficina de formação C aparecem juntas em seis cenários. Por conseguinte pode-se dizer que há um esquema invariante nas aulas em que estas orquestrações aparecem combinadas, ainda que em sequências diferentes, mas com intenções de ensino semelhantes. Na sequência orquestração *trabalha e anda pela sala* seguida da *discussão do ecrã*, o professor começou por acompanhar o trabalho dos pares de alunos com os recursos tecnológicos e no final da aula foi discutido com toda a turma a resolução do artefacto produzido. Na sequência *discussão do ecrã* e *trabalha e anda pela sala* foi realizado visionamento de um vídeo por toda a turma e em seguida o professor acompanhou a resolução do *artefacto produzido* com o auxílio do recurso tecnológico.

Os esquemas instrumentados de ação foram operacionalizados nas produções orais e escritas dos professores sobre os seus desempenhos didáticos e resultaram do retorno que tiveram das aulas. Para análise destes esquemas foi necessário criar categorias porque a sua

análise evidenciou diferentes focos de *retorno* das aulas. Desta feita foram distinguidas as seguintes categorias: *o professor reflete sobre o artefacto tecnológico, o professor reflete sobre o artefacto produzido, o professor reflete sobre o seu papel, o professor reflete sobre as produções dos alunos obtidas em aula, o professor reflete sobre o currículo prescrito e o professor apresenta produções dos alunos*. Excepcionalmente as reflexões dos professores envolveram mais do que uma categoria.

Os professores, nos retornos, foram essencialmente descritivos na sequência de ações que desenvolveram na aula, existiu referência à tecnologia presente na aula e em relação aos alunos foi referido o incremento positivo no seu interesse e desempenho. Mas não parece fazer parte da prática do professor referir os aspetos mais e menos conseguidos do artefacto produzido e da sua atuação em episódios particulares da aula.

O retorno dos professores sobre os seus desempenhos didáticos nas aulas com os recursos tecnológicos não revelou, em geral, reflexões sobre adequação do recurso tecnológico à situação matemática, ainda que, na oficina de formação C, o trabalho com os vídeos da Academia Khan tenha surgido porque os professores não identificaram nada de útil nos recursos tecnológicos que acompanhavam o manual adotado nas suas escolas. Esta opção não é discutida nos retornos dos professores do ponto de vista da adequação do recurso à situação matemática. No caso concreto destas oficinas de formação e pela sua finalidade principal estar diretamente relacionada com o conhecer e trabalhar os recursos tecnológicos em aula, pelo tempo de duração, um período letivo, é possível que os professores tenham estado mais preocupados em articular estes dois aspetos do que em verificar a adequação do recurso à situação matemática.

Efetivamente, ainda que os formatos em CD-ROM e plataforma dos recursos tecnológicos analisados se tenham revelado potenciadores de bons cenários de aprendizagem, desde que possa haver uma efetiva utilização das suas potencialidades por parte dos alunos e do professor em simultâneo, os retornos dos professores sobre as aulas são pouco desenvolvidos e focam-se num ou dois componentes dos cenários de exploração didática.

Por conseguinte, o objetivo do estudo, relacionado com a promoção do desenvolvimento pessoal e profissional dos professores em contexto de formação contínua, teve visibilidade na metodologia seguida nas oficinas de formação, trabalhos em pequenos grupos, seguidos de partilhas em grande grupo. Mas também, tem visibilidade na fase de análise dos recursos tecnológicos e na fase da construção de um cenário de exploração didática, com uma orquestração instrumental adequada aos ambientes tecnológicos das escolas, às características das turmas e ao conhecimento profissional do professor e com um artefacto produzido replicado, adaptado ou improvisado do manual ou do recurso. No entanto, na fase do retorno da aula, o desenvolvimento profissional dos professores não tem muitas evidências, estes ficaram-se, em muitos casos, pela descrição da aula e algumas das reflexões consideradas na categorização reduzem-se a uma frase ou a um parágrafo onde foram referidas as potencialidades e restrições em aula dos artefactos nas duas componentes tecnológica e produzida.

Os dados obtidos para este estudo reforçam o refinamento do protótipo da ferramenta catalítica de Pepin (2012) como um caminho a percorrer no sentido de fornecer e melhorar os retornos dos professores, para a promoção do seu desenvolvimento profissional.

3. Limitações do estudo

O estudo apresenta algumas limitações ao nível dos trabalhos desenvolvidos nas oficinas de formação e dos cenários de exploração didática.

Primeiro, a fase do ano letivo em que decorreram as oficinas de formação. Segundo, os trabalhos de conclusão, nomeadamente, os relatórios coincidiram com os trabalhos das escolas nos finais de período, classificação de instrumentos de avaliação, preparação das propostas de avaliação de alunos e no caso dos diretores de turma, a preparação dos conselhos de turma de avaliação.

A repetição do modelo F@R: Formação-Ação-Reflexão, proposto por Costa e Viseu (2007), teria contribuído de uma forma mais profícua para o desenvolvimento profissional dos professores se tivesse sido possível após a reflexão sobre o desempenho didático do primeiro cenário de exploração didática que os pequenos grupos tivessem realizado um novo ciclo formado pela escolha das componentes do cenário de exploração didática e a reflexão do desempenho.

Na sequência da limitação anteriormente assinalada, a duração das oficinas de formação comprometeu a repetição de algumas ações dos professores essenciais para um desenvolvimento profissional mais sustentado numa prática acompanhada pelos pares e pelos formadores.

Conforme foi discutido no quarto capítulo, os retornos escritos sobre o desempenho didático podem ter sido condicionados pelas palavras escolhidas pelos formadores para o guião do anexo 3. A palavra “descrição” para evitar a repetição da palavra reflexão pode ter levado os professores à descrição, sem qualquer argumentação ou justificação das suas ações com os recursos tecnológicos e com os alunos.

Finalmente, teria sido vantajoso, no final das oficinas de formação, o registo escrito dos pontos fortes e fracos da utilização dos recursos tecnológicos testados. Ou seja, a adequação do recurso tecnológico à situação matemática e a adequação do recurso produzido à aprendizagem dos alunos.

4. Questões de investigação em aberto

O desenvolvimento profissional dos professores abrange várias vertentes do conhecimento profissional do professor e do seu trabalho em coletivos. Uma dessas vertentes são as alterações dos currículos e os recursos didáticos que as acompanham, desenvolvidos, entre outros, pelos autores dos currículos, pelas editoras dos manuais, pelo Ministério da Educação.

Este estudo, suportado na teoria da atividade, mostrou que os professores desenvolvem esquemas de utilização associados aos processos através dos quais transformam artefactos em instrumentos e recursos em documentos. Esses esquemas sofrem influências do conhecimento individual do professor, mas também dos coletivos nos quais os professores atuam.

Nesta dissertação concluiu-se que os esquemas de uso ocorrem mais facilmente do que os instrumentados de ação. Na génese documental foi residual a transformação dos recursos em documentos. A categorização, definida para o efeito, aconteceu frequentemente como o resultado de uma frase ou de um breve parágrafo que o professor apresentou no seu retorno escrito. O processo de instrumentalização da génese documental teve pouca visibilidade.

No sentido de melhorar o conhecimento que o professor desenvolve quando transforma recursos em documentos, ensaiou-se um complemento da ferramenta catalítica de Pepin (2012). O inventário de análise de tarefas foi estendido àquelas que requerem a utilização de um recurso tecnológico e às ações de automonitorização das ações do professor no contexto da aula, no sentido de manter a exigência cognitiva do artefacto produzido no cenário de exploração didática.

Em aberto, fica pois, um maior aprofundamento do papel dos inventários da ferramenta catalítica inicial e complementada na génese documental do professor. Perceber de que forma a ferramenta permite a definição de novos tipos de retornos associados à atividade do professor e promotores do seu conhecimento e aprendizagem profissional. Desenvolver tipologias de retorno e estabelecer relações com o conhecimento que se pretende promover no desenvolvimento profissional dos professores. Estender a ferramenta catalítica ao acompanhamento do retorno dos professores sobre o seu desempenho didático.

Salienta-se que, uma conjectura associada ao retorno do professor sobre o seu desempenho didático, a revisão dos inventários da ferramenta no final da aplicação dos artefactos produzidos e tecnológico poderá também servir como um agente promotor do melhoramento desse retorno.

As tarefas propostas pelos formadores, aos professores, nas oficinas de formação merecem também alguma reflexão. No capítulo cinco foram descritos episódios que fazem sobressair alguns esquemas sociais que comprometem a promoção do desenvolvimento profissional do professor. A identificação da influência desses esquemas sociais na atividade do professor não sobressaiu do trabalho desenvolvido nas sessões de formação. Porém, a análise dos retornos sobre os desempenhos didáticos permitiu concluir que, por exemplo, apesar de alguns professores com menos experiência em determinadas questões das aulas que envolvem os recursos tecnológicos terem assistido às aulas dos seus pares, não há relatos do contributo dessa ação para a alteração das suas práticas. Resulta daqui, que o esquema social pode não ter sido alterado.

Algumas questões que se colocam ao formador são:

Para além dos esquemas sociais identificados no capítulo cinco, que outros podem comprometer o desenvolvimento profissional do professor?

Que tipo de tarefas podem ser propostas aos professores, durante a formação, que permitam a identificação dos esquemas sociais instalados que comprometem a promoção do desenvolvimento profissional do professor?

Esta dissertação afastou-se deliberadamente da corrente de investigação centrada no conhecimento profissional do professor. Foi sua intenção explorar um paradigma diferente que permitisse observar o mesmo fenómeno (a produção de materiais didáticos) com outra lente. Foi escolhida a teoria da atividade, o que permitiu analisar o conhecimento profissional dos professores, estudando em detalhe a sua interação com recursos novos e analisar as condições que podem favorecer o desenvolvimento profissional do professor. O esmiuçar dos esquemas de utilização, em esquemas de uso e esquemas instrumentados de ação, possibilitado pela teoria da atividade, permitiu sinalizar aqueles que o professor desenvolve com mais facilidade e identificar condições que dificultam o aparecimento dos outros. A escolha da unidade de análise focada nas ações dos professores permitiu que o estudo fosse mais além do que uma investigação sobre as representações dos professores. As produções orais e escritas funcionaram como resultado das ações desenvolvidas pelos professores nas oficinas e nas aulas com os seus alunos.

Definir estratégias que ajudem o professor a analisar as suas produções escritas, no sentido de melhorar as ações que promovem o seu desenvolvimento profissional é o grande desafio. Os conceitos definidos na teoria da atividade apresentam-se como promissores para a definição, aperfeiçoamento e enriquecimento de algumas ideias avançadas nesta dissertação.

REFERÊNCIAS

- Abboud-Blanchard, M. e Lagrange, J. B. (2006). Uses of ICT by pre-service teachers: towards a professional instrumentation? *The International Journal for Technology in Mathematics Education*, 13, (4), 183-191.
- Adler, J. (2000). Conceptualising resources as a theme for teacher education. *Journal of Mathematics Teacher Education*, 3, 205–224.
- Adler, J. (2012). Modes of Engagement: Understanding Teachers' Transactions with Mathematics Curriculum Resources. Em G. Gueudet, B. Pepin, e L. Trouche (Eds.), *From text to 'lived' resources: mathematics curriculum materials and teacher development* (pp. 105-122). New York/Berlin: Springer.
- Adler, J., e Reed, Y. (Eds.). (2002). *Challenges of teacher development: An Investigation of Take-up in South Africa*. Pretoria: Van Schaik Publishers.
- Allen R., Wallace M., Cederberg J., e Pearson D. (1996). Teachers empowering teachers: Vertically-integrated, inquiry-based geometry in School Classrooms. *Mathematics Teacher*, 90, 254-255.
- Artigue, M. (2002). Learning Mathematics in a CAS environment: the genesis of a reflection about instrumentation and the dialectic between technical and conceptual work. *International Journal of Computers for Mathematical Learning*, 7(3), 245–274.
- Arzarello, F. (2006). Semiosis as a multimodal process. *RELIME, Revista Latinoamericana de Investigación en Matemática Educativa*, Numero Especial, 267–299.
- Assude T. (2007). 'Teachers's practices and degree of ICT integration'. Em D. Pitta-Pantazi e G. Philipou (eds.) *Proceedings of the European Society for Research in Mathematics Education* (pp. 1339–1348). Larnaca, Cyprus: CERME5.
- Bailey, K. D. (1978). *Methods of Social Research*. London: Collier-Macmillan.
- Bakhtin, M. (1982). *The Dialogic Imagination*. Austin: University of Texas Press.
- Ball, D. L., e Cohen, D. K. (1999). Developing practice, developing practioners: Towards a practice-based theory of professional education. Em L. Darling-hammond e G. Sykes (Eds.), *Teaching as the learning profession* (pp. 3–31). San Francisco: Jossey-Bass.
- Ball, D.L., Lubienski, S.T., e Mewborn, D.S. (2001). Research on teaching mathematics: The unsolved problem of teachers' mathematical knowledge. Em V. Richardson (Ed.), *Handbook of Research on Teaching* (4th ed.) (pp. 433-456). New York: Macmillan
- Barab, S. A., e Luehmann, A. L. (2003). Building sustainable science curriculum: Acknowledging and accommodating local adaptation. *Science Education*, 87(4), 454–467.
- Bartolini Bussi, M. G. (1998). Verbal interaction in mathematics classroom: A Vygotskian analysis. Em H. Steinbring, M. G. Bartolini Bussi, e A. Sierpiska (Eds.), *Language and communication in mathematics classroom* (pp. 65–84). Reston, VA: NCTM.

- Bartolini Bussi, M. G., e Mariotti, M. A. (2008). Semiotic mediation in the mathematics classroom: Artifacts and signs after a Vygotskian perspective. Em L. D. English (Ed.), *Handbook of international research in mathematics education* (pp. 750–787). Mahwah, NJ: LEA.
- Baumfield, V. M. (2006). Tools for pedagogical inquiry: The impact of teaching thinking skills on teachers. *Oxford Review of Education*, 32(2), 185–196.
- Baumfield, V.M., Hall, E., Higgins, S., e Wall, K. (2009). Catalytic tools: Understanding the interaction of enquiry and feedback in teachers' learning, *European Journal of Teacher Education*, 32, 423–435.
- Behrens, M. A. (2003). *Formação continuada de professores e a prática pedagógica*. Curitiba: Champagnat.
- Ben-Peretz, M. (1984). Curriculum theory and practice in teacher education programs. Em L. Katz e J. Rath (Eds.), *Advances in teacher education* (pp. 9–27). Norwood, NJ: Ablex.
- Ben-Peretz, M. (1990). *The teacher–curriculum encounter: Freeing teachers from the tyranny of texts*. Albany, NY: State University of New York Press.
- Berger, P. L., e Luckmann, T. (1967). *The Social Construction of Reality*. Harmondsworth: Penguin.
- Bernstein, B. (1996). *Pedagogy, symbolic control and identity: Theory, research and critique*. London: Taylor & Francis.
- Billington, M. (2009). Establishing didactical praxeologies: teachers using digital tools in upper secondary mathematics classrooms. Em V. Durand-Guerrier, S. Soury-Lavergne e F. Arzarello (eds.), *Proceedings of the European Society for Research in Mathematics Education* (pp. 1330–1339). Lyon, France: CERME6.
- Boaler, J. (1993). 'The Role of Contexts in the Mathematics Classroom: do they make mathematics more "real"?', *For the Learning of Mathematics*, 13(2), 12-17.
- Bogdan, R. e Biklen, S. (1994). *Investigação qualitativa em educação*. Porto: Porto Editora.
- Borko, H., e Putnam, R. (1996). Learning to teach. Em D. C. Berliner e R. C. Calfee (Eds.), *Handbook of educational psychology* (pp. 673–708). New York: MacMillan.
- Butler, D. L., e Winne, P. H. (1995). Feedback and self-regulated learning: A theoretical synthesis. *Review of Educational Research*, 65(3), 245.
- Bottino, R., e Chiappini, G. (2002). Advanced technology and learning environments: their relationship within the Arithmetic problem-solving domain. Em L. English, M. Bartolini Bussi, G. Jones, R. Lesh, e D. Tirosh (Eds.), *Handbook of international research in mathematics education* (pp. 757–786). Mahwah, NJ: Erlbaum.
- Boydston, J. A. (1986). Logic, the theory of enquiry. Em J. A. Boydston (Ed.), *The later works of John Dewey* (Vol. 12). Carbondale and Edwardsville, IL: Southern Illinois University Press.
- Bretscher, N. (2009). Dynamic geometry software: The teacher's role in facilitating instrumental genesis. Em V. Durand-Guerrier, S. Soury-Lavergne e F. Arzarello (eds.), *Proceedings of the European Society for Research in Mathematics Education* (pp. 1340–1348). Lyon, France: CERME6.

- Brousseau, G. (1997). *Theory of didactical, situations in mathematics*. Dordrecht, The Netherlands: Kluwer.
- Brown, M. W. (2002). *Teaching by design: Understanding the intersection between teacher practice and the design of curricular innovations*. Unpublished doctoral dissertation, Northwestern University, Evanston, IL.
- Brown, M. W. (2009). The teacher-tool relationship: Theorizing the design and use of curriculum materials. Em J. T. Remillard, B. A. Herbel-Eisenmann, e G. M. Lloyd (Eds.), *Mathematics teachers at work: Connecting curriculum materials and classroom instruction*, (pp. 17–36). New York: Routledge.
- Butler, D. L., e Winne, P. H. (1995). Feedback and self-regulated learning: A theoretical synthesis. *Review of Educational Research*, 65, 245–281.
- Carraher, T.N., Carraher, D.W. e Schliemann, A.D. (1985). Mathematics in the streets and in the schools. *British Journal of Development Psychology*, 3, 21-29.
- Carraher, T.N., Carraher, D.W. e Schliemann, A.D. (1987) Written and Oral mathematics. *Journal for Research in Mathematics Education*, 18, 2, 83-97.
- Cerulli, M. (2004). Introducing pupils to algebra as a theory: L'Algebrista as an instrument of semiotic mediation. Unpublished doctoral dissertation, Università di Pisa, Scuola di Dottorato in Matematica.
- Chevallard, Y. (1999). L'analyse des pratiques enseignantes en théorie anthropologique du didactique. *Recherches en didactique des mathématiques*, 19(2), 221–266.
- Choppin, A. (1998). Em Dictionnaire encyclopédique de l'éducation et de la formation. Paris: Nathan Université, 2^{ème} édition. (pp. 666-669).
- Choppin, A. (2004). História dos livros e das edições didáticas: sobre o estado da arte. Em Educação e Pesquisa, São Paulo, v.30, n.3, (pp. 549-566).
- Cohen, D. K. (1988b). Teaching practice: Plus ça change . . . Em P. W. Jackson (Ed.), *Contributing to educational change: Perspectives on research and practice* (pp. 27–84). Berkeley, CA: McCutchan.
- Cohen, D. K. (1990). A revolution in one classroom: The case of Mrs. Oublier. *Educational Evaluation and Policy Analysis*, 12, 327–345.
- Cohen, D. K., Raudenbush, S. W., e Ball, D. L. (2003). Resources, instruction and research. *Educational Evaluation and Policy Analysis*, 25(2), 119–142.
- Cohen, L., Manion, L., e Morrison, K. (2000). *Research Methods in Education*. London: Routledge.
- Cole, M. (1996). *Cultural psychology: A once and future discipline*. Cambridge, MA: Belknap Press of Harvard University Press.
- Cole, M., e Engestrom, Y. (1993). A cultural-historical approach to distributed cognition. Em G. Salomon (Ed.), *Distributed cognitions: Psychological and educational considerations*. Cambridge, UK: Cambridge University Press.
- Costa, F. (2005), Avaliação de Software educativo. Ensinem-me a pensar! Cadernos SACAUSEF(1), 45-51.

- Costa, F.; Peralta, H. (2006). Primary Teachers' competence and confidence. Level regarding the use of ICT. Paper apresentado em *ED-MEDIA-World Conference on Educational Multimedia, Hyper-media & Telecommunications*, Orlando.
- Costa, F., e Viseu, S. (2007). Formação-Ação-Reflexão: um modelo de preparação de professores para a integração curricular das TIC. Em *AS TIC NA EDUCAÇÃO EM PORTUGAL Conceções e Práticas* (pp. 238-259). Porto: Porto Editora.
- Davis, E. A., e Krajcik, J. S. (2005). Designing educative curriculum materials to promote teacher learning. *Educational Researcher*, 34(3), 3–14.
- Doerr, H. M., e Zangor, R. (2000). Creating meaning for and with the graphing calculator. *Educational Studies in Mathematics*, 41(2), 143–163.
- Douglas, M. (1986). *How institutions think*. Syracuse: Syracuse University Press.
- Doyle, W. (1988) Work in Mathematics Classes: the content of students' thinking during instruction. *Educational Psychologist*, 23(2): 167-80.
- Drijvers, P. (2012). Teachers transforming resources into orchestrations. Em G. Gueudet, B. Pepin, e L. Trouche (Eds.), *From text to 'lived' resources: mathematics curriculum materials and teacher development* (pp. 265-281). New York/Berlin: Springer.
- Drijvers, P., Doorman, M., Boon, P., Reed, H., e Gravemeijer, K. (2010). The teacher and the tool: instrumental orchestrations in the technology-rich mathematics classroom. *Educational Studies in Mathematics*, 75(2), 213-234.
- Drijvers, P., e Trouche, L. (2008). From artefacts to instruments: A theoretical framework behind the orchestra metaphor. Em G. W. Blume e M. K. Heid (Eds.), *Research on technology and the teaching and learning of mathematics: Vol. 2. Cases and perspectives* (pp. 363–392). Charlotte, NC: Information Age.
- Drijvers, P., Boon, P., Doorman, M., Reed, H., e Gravemeijer, K. (2010). The teacher and the tool: Whole-class teaching behavior in the technology-rich mathematics classroom. *Educational Studies in Mathematics*, 75(2), 213–214.
- Edelson, D. C. (2002). Design research: What we learn when we engage in design. *Journal of the Learning Sciences*, 11(1), 105-121.
- Ellsworth, E. (1997). *Teaching positions: Difference, pedagogy, and the power of address*. New York: Teachers College.
- Engeström, Y. (1987). *Learning by expanding: An activity-theoretical approach to developmental research*. Helsinki: Orienta-Konsultit.
- Engeström, Y. (1999). Activity theory and individual and social transformation. Em Y. Engeström, R. Miettinen, e R.-L. Punamäki (Eds.), *Perspectives on activity theory* (pp. 19-38). Cambridge: Cambridge University Press.
- Fennema, E., Carpenter, T., Franke, M., Levi, L., Javobs, V. e Empson, S. (1996). A longitudinal study of learning to use children's thinking in mathematics instruction. *Journal for Research in Mathematics Education*, 27(4), 403–434.

- Fernandez, C. (2002). Learning from Japanese approaches to professional development – The case of lesson study. *Journal of Teacher Education*, 53 (5), 393–405.
- Freeman, D. J., e Porter, A. C. (1989). Do textbooks dictate the content of mathematics instruction in elementary schools? *American Educational Research Journal*, 26 (3), 403–421.
- Garcia, C. M., (1999). *Formação de professores: Para uma mudança educativa*. Porto: Porto Editora.
- Gérard, F. M., e Roegiers, X. (1998). *Conceber e avaliar manuais escolares*. Porto: Porto Editora.
- Gimeno, J. (1998). *O currículo: uma reflexão sobre a prática*. Brasil: Artmed 3ª edição.
- Greeno, J. G., e Goldman, S. G. (1998). *Thinking practices in mathematics and science learning*. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Gueudet, G., e Trouche, L. (2009). Towards new documentation systems for mathematics teachers? *Educational Studies in Mathematics*, 71(2), 199–218.
- Gueudet, G., Trouche, L. (2012). Teachers' Work with Resources: Documentational Geneses and Professional Geneses. Em G. Gueudet, B. Pepin, e L. Trouche (Eds.), *From text to 'lived' resources: mathematics curriculum materials and teacher development* (pp. 23-41). New York/Berlin: Springer.
- Gueudet, G., Trouche, L. (2012). Communities, Documents and Professional Geneses: Interrelated Stories. Em G. Gueudet, B. Pepin, e L. Trouche (Eds.), *From text to 'lived' resources: mathematics curriculum materials and teacher development* (pp. 305-322). New York/Berlin: Springer.
- Guin, D., Delgoulet, J. e Salles, J. (2000). *Formation aux TICE: concevoir un dispositif d'enseignement autour d'un fichier rétroprojectable*. Em L'enseignement des mathématiques dans les pays francophones, EM 2000, IREM, Université Fourier, Grenoble, CD-Rom.
- Guin D. e Trouche, L. (dir.) (2002). *Calculatrices symboliques: transformer un outil un instrument du travail mathématique, un problème didactique*. Grenoble : La Pensée Sauvage.
- Guin, D., Ruthven, K. e Trouche, L. (Eds.) (2004). *The didactical challenge of symbolic calculators: turning a computational device into a mathematical instrument*. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht.
- Guin, D., Ruthven, K. e Trouche, L. (Eds.) (2005). *The didactical challenge of symbolic calculators: Turning a computational device into a mathematical instrument*. Springer, New York.
- Habermas, J. (1972). *Knowledge and Human Interests*. Shapiro, J. (Trans.) (1970). Boston: Beacon Press.
- Habermas, J. (1974). *Theory and Practice* Viertel. J. (Trans.) (1973). Boston: Beacon Press.
- Habermas, J. (1984). *The Theory of Communicative Action*. Vol. 1: Reason and the Rationalization of Society (trans. T. McCarthy). Boston: Beacon Press.

- Haggarty, L. e Pepin, B. (2002). An investigation of mathematics textbooks and their use in English, French and German Classrooms: Who gets an opportunity to learn what? *British Educational Research Journal*, 28(4), 567-590.
- Haggarty, L. e Pepin, B. (2008). Mathematical tasks in textbooks: Developing an analytical tool based on 'connectivity'. Em proceedings ICME 11-Mexico
- Hargreaves, A. (2000). Mixed emotions: Teachers' perceptions of their interactions with students. *Teaching and Teacher Education*, 16(8), 811-826.
- Haspekian, M. (2008). Une genèse des pratiques enseignantes en environnement instrumenté. Em Vandebrouck (Ed.), *La classe de mathématiques: activités des élèves et pratiques des enseignants* (pp. 251-273). Eds Octarès, Toulouse.
- Hattie, J., e Jaeger, R. (1998). Assessment and classroom learning: A deductive approach. *Assessment in Education*, 5, 111–122.
- Hattie, J., e Timperley, H. (2007). The power of feedback. *Review of Educational Research*, 77(1), 81–112.
- Hiebert, J. (1997). Children's mathematical learning: The struggle to link form and understanding. *The Elementary School Journal*, 84(5), 496-513.
- Hiebert, J., e Carpenter, T. (1992). Learning and teaching with understanding. Em D. A. Grouws (Ed.), *Handbook of research on mathematics teaching and learning* (pp. 65–101). New York, NY: Macmillan.
- Hiebert, J., Carpenter, T., Fennema, E., Fuson, K., Wearne, D., Murray, H., Olivier, A., and Human, P. (1997) *Making sense- Teaching and Learning Mathematics with Understanding*. Portsmouth, NH: Heinemann.
- Hiebert, J., Gallimore, R., Garnier, H., Givvin, K. B., Hollingsworth, H., Jacobs, J., Chui, A. M., Wearne, D., Smith, M., Kersting, N., Manaster, A., Tseng, E., Etterbeek, W., Manaster, C., Gonzales, P., e Stigler, J. (2003). *Teaching mathematics in seven countries: Results from the TIMSS 1999 VideoStudy*. NCES (2003-013). U. S. Department of Education. Washington DC: National Center for Education Statistics.
- Hitchcock, G. e Hughes, D. (1995). *Research and the Teacher. A Qualitative Introduction to School-Based Research* (2nd edition), London: Routledge.
- Hoyles, C., e Lagrange, J. B. (Eds.). (2010). *Mathematics education and technology-rethinking the terrain*. The 17th ICMI study (Vol. 13). New ICMI Study Series. Dordrecht: Springer.
- Jaworski, B. (2006). Theory and practice in mathematics teaching development: critical inquiry as a mode of learning in teaching. Em *Journal of Mathematics Teacher Education* 9:187–211.
- Jaworski, B. (2008). Building and sustaining inquiry communities in mathematics teaching development. Em K. Krainer e T. Woods (Eds.), *Participants in mathematics teachers education* (pp. 309–330). Rotterdam/Taipei: Sense Publishers.
- Jonassen, D. (2000). *Computers as Mindtools for schools: engaging critical thinking* (2nd ed). Upper Saddle River: Prentice Hall [tradução portuguesa: Computadores, Ferramentas cognitivas: Desenvolver o pensamento crítico das escolas. Porto: Porto Editora, 2007].

- Kendal, M., e Stacey, K. (2002). Teachers in transition: Moving towards CAS-supported classrooms. *ZDM, The International Journal on Mathematics Education*, 34(5), 196–203.
- Kendal, M., Stacey, K., e Pierce, R. (2004). The influence of a computer algebra environment on teachers' practice. Em D. Guin, K. Ruthven, e L. Trouche (Eds.), *The didactical challenge of symbolic calculators: Turning an computational device into a mathematical instrument* (pp. 83–112). Dordrecht: Kluwer.
- Kieran, C., e Drijvers, P. (2006). The co-emergence of machine techniques, paper-and-pencil techniques, and theoretical reflection: A study of CAS use in secondary school algebra. Em *International Journal of Computers for Mathematical Learning*, 11(2), 205–263.
- Kilpatrick, J., Swafford, J. e Findell, B. (eds) (2001) *Adding it up- Helping children learn mathematics*. Washington, DC: National Academy Press.
- Kincheloe, J. L. (1991) *Teachers as Researchers: Qualitative inquiry as a path to empowerment*. London: Falmer.
- Krainer, K., e Wood, T. (Eds.). (2008). *Participants in Mathematics Teachers Education: Individuals, Teams, Communities and Networks* (Vol. 3). Rotterdam/Taipei: Sense Publishers.
- Kuhn, T. S. (1962) *The Structure of Scientific Revolutions*. Chicago: University of Chicago Press.
- Laborde, C. (1999). Vers un usage banalisé de Cabri-Géomètre en classe de seconde: analyse des facteurs de l'intégration [Towards na ordinary use of Cabri- Géomètre in grade 10: analysis of integrating factos]. Em D. Guin (Ed.), *Calculatrices symboliques et géométriques dans l'enseignement des mathématiques, colloque francophone européen* (pp. 79-94). Montpellier: Institut de Recherche sur l'Enseignement des Mathématiques, Université Montpellier II.
- Laborde, C. (2011). Designing Substantial Tasks to Utilize ICT in Mathematics Lesson. Em Knights, C. e Oldknow, A.(eds.), *Mathematics Education with Digital Technology* (pp. 75-83). London: Continuum International PublishingGroup.
- Lagrange, J. B. (1999). Complex calculators in the classroom: theoretical and practical reflections on teaching pre-calculus. Em *International Journal of Computers for Mathematical Learning* 4, 51-81.
- Lagrange, J. B., e C.-Degleodu, N. (2009). Usages de la technologie dans des conditions ordinaires: le cas de la géométrie dynamique au collège. *Recherches en Didactique des Mathématiques*, 29(2), 189–226.
- Lagrange, J. B., e Monaghan, J. (2009). On the adoption of a model to interpret teachers' use of technology in mathematics lessons. pp. Em V. Durand-Guerrier, S. Soury-Lavergne e F. Arzarello (eds.). *Proceedings of the European Society for Research in Mathematics Education* (pp. 1605–1614). Lyon, France: CERME6.
- Lagrange, J. B., e Ozdemir Erdogan, E. (2009). Teachers' emergent goals in spreadsheet-based lessons: analyzing the complexity of technology integration. *Educational Studies in Mathematics*, 71(1), 65– 84.
- Lave, J. (1988) *Cognition in practice*. Cambridge: Cambridge University Press.

- Lave, J., e Wenger, E. (1991). *Situated learning: Legitimate peripheral participation*. Cambridge: University of Cambridge Press.
- Leont'ev, A. N. (1979). The problem of activity in psychology. In J. V. Wertsch (Ed.), *The concept of activity in soviet psychology*. (pp. 37-71). Armonk, New York : M.E. Sharpe.
- Leplat, J. (1997) *Regards sur l'activité en situation de travail*, Paris: PUF.
- Lerman, S., Zehetmeier, S. (2008). Face-to-face communities and networks of practicing mathematics teachers. In K. Krainer & T. Woods (Eds.), *Participants in Mathematics Teachers Education* (pp. 133–153). Rotterdam/Taipei: Sense Publishers.
- Lloyd, G. M. (1999). Two teachers' conceptions of a reform-oriented curriculum: Implications for mathematics teacher development. *Journal of Mathematics Teacher Education*, 2(3), 227–252.
- Lloyd, G. M., e Wilson, M. (1998). Supporting innovation: The impact of a teacher's conceptions of functions on his implementation of a reform curriculum. *Journal for Research in Mathematics Education*, 29(3), 248–274.
- Lloyd, G. M., Remillard, J. T., e Herbel-Eisenmann, B. A. (2009). Teachers' use of curriculum materials: An emerging field. In J. T. Remillard, B. A. Herbel-Eisenmann & G. M. Lloyd (Eds.), *Mathematics teachers at work: Connecting curriculum materials and classroom instruction* (pp. 3–14). New York: Routledge.
- Louis C., Lawrence M. e Morrison, K. (2007). *Research Methods in Education* (5ªEd). Routledge-Falmer: London and New York.
- Lüdke, M. e André, M. (1986). *Pesquisa em educação: abordagens qualitativas*. São Paulo: E.P.U.
- Luria, A. R. (1976). *Cognitive development: Its cultural and social foundations*. Cambridge, MA: Harvard University Press.
- Ma, L. (1999). *Knowing and teaching elementary mathematics*. Mahwah, N. J.: Lawrence Erlbaum.
- Mariotti, M. A., (2002). Influence of technologies advances in students' math learning. Em L. D. English (Ed.), *Handbook of international research in mathematics education* (pp. 757–786). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum.
- Mariotti, M. A., e Maracci, M. (2010). Un artefact comme outil de médiation sémiotique: une ressource pour le professeur. Em G. Gueudet e L. Trouche (Eds.), *Ressources vives. Le travail documentaire des professeurs en mathématiques* (pp. 91–107). Rennes, France: Presses Universitaires de Rennes et INRP.
- Marx, R.W., Blumenfeld, P. C., e Krajcik, J. S. (1998). New technologies for teacher professional development. *Teaching and Teacher Education*, 14(1), 33–52.
- Matese, G. (2005). A cognitive framework to inform the design of professional development supporting teachers' classroom assessment of inquiry-based science. Unpublished doctoral dissertation, Northwestern University, Evanston, IL.
- McKenzie, J. (2001). How teachers learn technology best. The Educational Technology Journal, 10(6). Retirado setembro 2, 2013, from <http://www.fno.org/mar01/howlearn.html>
- Merriam, S. B. (1988) *Case Study Research in Education*. San Francisco: Jossey Bass.

- Monaghan, J. (2001). Teachers' classroom interactions in ICT-based mathematics lessons. Em M. van den Heuvel-Panhuizen (Ed.), *Proceedings of the 25th conference of the international group for the psychology of mathematics education* (Vol. 3, pp. 383–390). Utrecht: Freudenthal Institute.
- Monaghan, J. (2004). Teachers' activities in technology-based mathematics lessons. *International Journal of Computers for Mathematical Learning*, 9, 327–357.
- Monaghan, J. (2007). Computer algebra, instrumentation and the anthropological approach. *International Journal for Technology in Mathematics Education*, 14(2), 63-72.
- Morrison, K. R. B. (1995) *Habermas and the school curriculum: an Evaluation and Case Study*. Unpublished Ph.D. thesis, School of Education, University of Durham.
- Neves, A. L., Varela, A. P., Pereira, J. S., Baptista, J. M. F., e Alves, V. M. C. (2005). Relatório do grupo de trabalho manuais escolares. Disponível em www.confap.pt/docs/relatorio_gt_manuais.pdf a 21 de janeiro de 2013
- Nisbet, J. e Watt, J. (1984) Case study. Em J. Bell, T. Bush, A. Fox, J. Goodey and S. Goulding (Eds.), *Conducting Small-scale Investigations in Educational Management* (pp. 79-92). London: Harper & Row.
- Norman, D. A. (1993). *Things that make us smart: Defending human attributes in the age of machine*. Reading, Mass. Etc.: Addison-Wesley.
- Noss, R., e Hoyles, C. (1996). *Windows on mathematical meanings: Learning cultures and computers*. Dordrecht: Kluwer.
- Ongstad, S. (2006). Mathematics and mathematics education as triadic communication? A semiotic framework exemplified. *Educational Studies in Mathematics*, 61, 247–277.
- Paris, C. L. (1993). *Teacher agency and curriculum making in classrooms*. New York: Teachers College Press.
- Pastré, P. e Rabardel, P. (2005). *Modèles du sujet pour la conception*. Paris: Octares.
- Patton, M. Q. (1990). *Qualitative Evaluation and Research Methods*. (2nd ed). (Newbury Park: Sage Publications).
- Pea, R. D. (1985). Beyond amplification: Using the computer to reorganize mental functioning. *Educational Psychologist*, 20, 167–182.
- Pea, R. D. (1993). Practices of distributed intelligence and designs for education. Em G. Salomon (Ed.), *Distributed cognition* (pp. 47–87). New York, NY: Cambridge University Press.
- Pepin, B. (2012). Task Analysis as “Catalytic Tool” for Feedback and Teacher Learning: Working with Teachers on Mathematics Curriculum Materials. Em G. Gueudet, B. Pepin, e L. Trouche (Eds.), *From text to 'lived' resources: mathematics curriculum materials and teacher development* (pp. 123-142). New York/Berlin: Springer.
- Piaget, J. (1936). *O nascimento da inteligência na criança*. Rio de Janeiro, Guanabara. Edição brasileira 1987.

- Pierce, R., e Ball, L. (2009). Perceptions that may affect teachers' intention to use technology in secondary mathematics classes. *Educational Studies in Mathematics*, 71, 299–317.
- Rabardel, P. (1995) *Les hommes et les technologies, approche cognitive des instruments contemporains*. Paris: Armand Colin.
- Rabardel, P. (2002). *People and technology: A cognitive approach to contemporary instruments*. Retirado de http://ergoserv.psy.univ-paris8.fr/Site/default.asp?Act_group=1 em março 2013
- Rabardel, P., e Bourmaud, G. (2003). From computer to instrument system: A developmental perspective. *Interacting with Computers*, 15(5), 665–691.
- Rabardel, P., e Samuçay, R. (2001). *From artifact to instrumented-mediated learning, New challenges to research on learning*. International symposium organized by the Center for Activity Theory and Developmental Work Research, University of Helsinki, March 21–23.
- Remillard, J. T. (1992). Teaching mathematics for understanding: A fifth-grade teacher's interpretation of policy. *Elementary School Journal*, 93(2), 179–193.
- Remillard, J. T. (2005). Examining key concepts in research on teachers' use of mathematics curricula. *Review of Educational Research*, 75(2), 211–246.
- Remillard, J. T. (2012). Modes of engagement: Understanding teachers' transactions with Mathematics Curriculum Resources. Em G. Gueudet, B. Pepin, e L. Trouche (Eds.), *From text to 'lived' resources: mathematics curriculum materials and teacher development* (pp. 105-122). New York/Berlin: Springer.
- Remillard, J. T., e Bryans, M. B. (2004). Teachers' orientations toward mathematics curriculum materials: Implications for teacher learning. *Journal for Research in Mathematics Education*, 35, 352–388.
- Robert, A., e Rogalski, J. (2005). A cross-analysis of the mathematics teacher's activity. *Educational Studies in Mathematics*, 59, 269–298.
- Rosenblatt, L. M. (1980). What facts does this poem teach you? *Language Arts*, 57(4), 386–394.
- Rosenblatt, L. M. (1982). The literary transaction: Evocation and response. *Theory into Practice*, 21(4), 268–277.
- Ruthven, K. (2002). Instrumenting mathematical activity: Reflections on key studies of the educational use of computer algebra systems. *International Journal of Computers for Mathematical Learning*, 7(3), 275–291.
- Ruthven, K. (2008). The need for a program of research on educative curriculum materials as a mechanism for the diffusion/development of mathematical knowledge in/for teaching. Discussion paper prepared for the Nuffield Seminar on Mathematical Knowledge in Teaching, June 2008.
- Ruthven, K., Laborde, C., Leach, J., e Tiberghien, A. (2009). Design tools in didactical research: Instrumenting the epistemological and cognitive aspects of the design of teaching sequences. *Educational Researcher*, 38(5), 329–342.

- Samurçay R., e Rabardel P. (2004). Modèles pour l'analyse de l'activité et des compétences: propositions. Em R. Samurçay e P. Pastré (Eds.), *Recherches en didactique professionnelle* (pp. 163-180). Toulouse: Octarès Editions.
- Schoenfeld, A. (1988). When good teaching leads to bad results: the disasters of “well-taught” mathematics courses. *Educational Psychologist*, 23(2), 145-66.
- Schon, D. (1983). *The reflective Practitioner: How professionals think in action*. New York: Basic Books.
- Sensevy, G., Schubauer-Leoni, M.-L., Mercier, A., Ligozat, F., e Perrot, G. (2005). An attempt to model the teacher's action in the Mathematics class. *Educational Studies in Mathematics*, 59, 153–181.
- Showers, B., Joyce, B., e Bennett, B. (1987). Synthesis of research on staff development: A framework for future study and state-of-the-art analysis. *Educational Leadership*, 45(3), 77-87.
- Shulman, L. (1986). Those who understand: Knowledge growth in teaching. *Educational Researcher*, 15(2), 4–14.
- Skemp, R. (1976). Relational understanding and instrumental understanding. *Mathematics Teaching*, 77, 20–26.
- Skovsmose, O. (2002). Landscapes of investigation. Em L.Haggarty (ed) *Teaching Mathematics in Secondary Schools*, London: Routledge Falmer.
- Stein, M. K., e Smith, M. S. (1998). Mathematical tasks as a framework for reflection: From research to practice. *Mathematics Teaching in the Middle School*, 3(4), 268-275.
- Smyth, J. (1989) Developing and sustaining critical reflection in teacher education. *Journal of Teacher Education*, 40 (2), 2-9.
- Stake, R. E. (1994) Case studies. Em N. K. Denzin and Y. S. Lincoln (eds) *Handbook of Qualitative Research*. London: Sage Publications, 236-47.
- Stein, M. K. (1996). Instructional tasks and the development of student capacity to think and reason: An analysis of the relationship between teaching and learning in a reform mathematics project. *Educational Research and Evaluation*, 2, 50–80.
- Stein, M. K., Remillard, J. T., e Smith, M. S. (2007). How curriculum influences student learning. Em F. K. Lester Jr. (Ed.), *Second handbook of research on mathematics teaching and learning* (pp. 319–369). Charlotte, NC: Information Age.
- Stenhouse, L. (1985). Case study methods. Em T. Husen and T. N. Postlethwaite (eds) *International Encyclopaedia of Education* (first edition). Oxford: Pergamon, 640-6.
- Sturman, A. (1999) Case study methods. Em J. P. Keeves and G. Lakomski (eds) *Issues in Educational Research*. Oxford: Elsevier Science Ltd., 103-12.
- Tabach, M. (2011). A mathematics teacher's practice in a technological environment: A case study analysis using two complementary theories. Technology. *Knowledge and Learning*, 16(3), 247-265.
- Tabach, M. (2013). Developing a General Framework For Instrumental Orchestration, Em Conference on European Research on Mathematics Education, CERME8. Jana Trgalova and Hans-Georg Weigand (editors). Disponível em http://cerme8.metu.edu.tr/wgpapers/wg15_papers.html março 2014

- Tanner, D. e Tanner, L. (1980). *Curriculum development: theory into practice*. Macmillan. New York.
- Tarr, J. E., Reys, R. E., Reys, B. J., Chavez, O., Shih, J., e Osterlind, S. J. (2008). The impact of middle grades mathematics curricula on student achievement and the classroom learning environment. *Journal for Research in Mathematics Education*, 39(3), 247-280.
- Teixeira, P. (2004). *O Acompanhamento Local como modelo de desenvolvimento curricular em Matemática*. Coleção Teses: Associação de Professores de Matemática.
- Trouche, L. (2003). From Artifact to Instrument: Mathematics Teaching Mediated by Symbolic Calculators. Em P. Rabardel, Y. Waern (eds), *special issue of Interacting with Computers*, 15 (6), 783-800.
- Trouche, L. (2004). Managing the complexity of human/machine interactions in computerized learning environments: Guiding students' command process through instrumental orchestrations. *International Journal of Computers for Mathematical Learning*, 9(3), 281-307.
- Trouche, L. (2005). An instrumental approach to mathematics learning in symbolic calculators environments. Em D. Guin, K. Ruthven, e L. Trouche (Eds.), *The didactical challenge of symbolic calculators. Turning a computational device into a mathematical instrument* (pp. 137–162). New York: Springer.
- Trouche, L., e Drijvers, P. (2010). Handheld technology: Flashback into the future. *The International Journal on Mathematics Education (ZDM)*, 42(7), 667–681.
- UNESCO (2002). *Information and Communication Technologies in Teacher Education: planning Guide*.
- Vergnaud, G. (1998). Toward a cognitive theory of practice. Em A. Sierpinska e J. Kilpatrick (Eds.), *Mathematics education as a research domain: A search for identity* (pp. 227–241). Dordrecht, The Netherlands: Kluwer.
- Verillon, P., e Rabardel, P. (1995). Cognition and artifacts: A contribution to the study of thought in relation to instrument activity. *European Journal of Psychology in Education*, 9(3), 1-33.
- Vygotsky, L. S. (1978). *Mind in society. The development of higher psychological processes*. Cambridge: Harvard University Press.
- Wartofsky, M. (1973). *Models*. Dordrecht: D. Reidel.
- Wartofsky, M. (1979). Perception, representation, and the forms of action: Towards an historical epistemology. In M. Wartofsky (Ed.), *Models, representation and the scientific understanding* (pp. 188–209). Dordrecht: D. Reidel Publishing Company.
- Wenger, E. (1998). *Communities of practice: Learning, meaning and identity*. New York: Cambridge University Press.
- Wenger, E., McDermott, R. A., e Snyder, W. (2002). *Cultivating communities of practice: A guide to managing knowledge*. Boston: Harvard Business School Press.

- Wertsch, J. V. (1985). *Culture, communication and cognition: Vygotskian perspectives*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Wertsch, J. V. (1991). *Voices of the mind: A sociocultural approach to mediated action*. Cambridge, MA: Harvard University Press.
- Wertsch, J. V. (1998). *Mind as action*. New York, NY: Oxford University Press.
- Wertsch, J. V. e Addison Stone, C. (1995). The concept of internalization in Vygotsky's account of the genesis of higher mental functions. Em J. V. Wertsch (Ed.), *Culture, communication and cognition: Vygotskian perspectives*. Cambridge University Press.
- Wertsch, J. V., Del Río, P., e Alvarez, A. (1995). *Sociocultural studies of mind*. Cambridge. UK: Cambridge University Press.
- Whitehurst, G. (2002). Research on teacher preparation and professional development. Speech given at the White House Conference on Preparing Quality Teachers. Retirado setembro, 2013, de <http://www.ed.gov/admins/tchrqual/learn/preparingteachersconference/whitehurst.html>
- Wilson, M., e Goldenberg, M. P. (1998). Some conceptions are difficult to change: One middle school mathematics teacher's struggle. *Journal of Mathematics Teacher Education*, 1(3), 269–293.
- Wilson, M., e Lloyd, G. M. (2000). The challenge to share mathematical authority with students: High school teachers' experiences reforming classroom roles and activities through curriculum implementation. *Journal of Curriculum and Supervision*, 15, 146–169.
- Wilson, S. M. (1990). A conflict of interests: The case of Mark Black. *Educational Evaluation and Policy Analysis*, 12(3), 293–310.
- Wilson, M., e Lloyd, G. M. (2000). The challenge to share mathematical authority with students: High school teachers' experiences reforming classroom roles and activities through curriculum implementation. *Journal of Curriculum and Supervision*, 15, 146–169.
- Winne, P. H., e Butler, D. L. (1994). Student cognition in learning from teaching. Em T. Husen & T. Postlewaite (Eds.). *International encyclopaedia of education* (2nd ed., pp. 5738–5745). Oxford, UK: Pergamon.
- Yin, R. K. (1984). *Case Study Research: Design and methods* (1st ed.). Beverly Hills, CA Sage Publications.
- Zbiek, R. M., e Hollebrands, K. (2008). A research-informed view of the process of incorporating mathematics technology into classroom practice by in-service and prospective teachers. Em M. K. Heid e G. W. Blume (Eds.), *Research on technology and the teaching learning of mathematics: Vol. 1. Research syntheses* (pp. 287-344). Charlotte, NC: Information Age.
- Zeichner, K. (1993). *A formação reflexiva de professores: Ideias e práticas*. Lisboa: Educa.

Formando:

Ano escolaridade:

Título:

Autores:

Editora:

Tipo de material:

CDs:

Site:

Outros:

Descrição do material a analisar

Conteúdos, adequação ao programa, abordagens didáticas (vídeos, jogos, fichas, etc.)

Anexo 2- Componentes dos cenários de exploração didática construídos nas três oficinas de formação

Componentes dos cenários de exploração didática por Oficina de Formação			
Cenário	Turma, nível de ensino e artefactos tecnológicos	Orquestração instrumental	
		Configuração didática- Situação matemática e artefactos produzidos (Segundo os descritores de Brown, 2009)	Modos de exploração (Segundo os descritores de Drijvers, 2010, 2012)
Oficina de Formação A			
CED_A1	1 turma de 7.º ano 1 computador ligado a um projetor 1 computador por cada grupo de 2 alunos 12 CD-ROM editora D	Avaliação de conhecimentos sobre números racionais, a implementar na aula antes do teste. A professora construiu um guião de utilização dos testes interativos (questões de escolha múltipla) do CD-ROM e uma ficha de registo das respostas dos alunos. Adapta	Trabalha e anda pela sala A professora movimenta-se entre os grupos de 2 alunos enquanto estes trabalham e fornece orientação quando surgir a necessidade.
	2 turmas de 7.º ano 1 computador ligado a um projetor 1 computador por cada grupo de 2 alunos 8 CD-ROM editora B	Introdução do conceito de semelhança de figuras. A professora construiu um guião de utilização do vídeo do CD-ROM que continha as definições e exercícios propostos para os alunos resolverem. No guião havia ainda instruções para os alunos registarem no caderno diário as definições e a resolução dos exercícios. Adapta	Trabalha e anda pela sala Discussão do ecrã A professora movimenta-se entre os grupos de 2 alunos enquanto estes trabalham e fornece orientação quando surgir a necessidade. No fim da aula haverá lugar para uma discussão das várias conclusões no grupo turma para potenciar uma síntese dos conceitos.
CED_A3	2 turmas de 7.º ano (1 de cada professor) 1 computador ligado a um projetor 1 computador por cada grupo de 2 alunos Endereço eletrónico editora B	Introdução das regras das operações com potência. Os professores adaptaram uma ficha de trabalho dos professores das turmas-piloto do programa de 7.º ano de 2008/09 para ser resolvida com o auxílio do vídeo do CD-ROM. Adapta	Demonstração técnica Trabalha e anda pela sala “Os professores decidiram projetar os slides iniciais (...) no vídeo projetor para a turma toda (os alunos sentados em grupos). Os professores movimentam-se entre os grupos de 2 alunos enquanto estes trabalham e fornecem orientação quando surgir a necessidade”.
	3 turmas de 9.º ano (1 de cada professor) 1 computador ligado a um projetor 1 computador por cada grupo de 2 alunos CD-ROM editora B <i>Geogebra</i> instalado nos computadores	Aplicação da resolução de sistemas de 2 equações com 2 incógnitas (SE). As professoras elaboraram um guião de utilização do CD-ROM com duas tarefas: uma interativa para ser resolvida com o auxílio do vídeo do CD-ROM e outra não interativa. Na tarefa interativa, os alunos visionam o vídeo do CD_ROM equacionam o SE e resolvem-no pelo método de substituição e recorrendo ao <i>Geogebra</i> , os alunos resolvem o mesmo SE pelo método geométrico. Na tarefa não-interativa os alunos resolvem SE sem o auxílio do computador. Adapta	Demonstração técnica Trabalha e anda pela sala “As professoras apresentam uma demonstração de procedimentos relacionados com a utilização do CD-ROM, do manual interativo e do <i>Geogebra</i> . As professoras conduzem a aula orientando as intervenções dos alunos no sentido de serem eles próprios a tirar as conclusões pretendidas, colocando questões que contribuam para esclarecer conceitos e argumentações”.

CED_A5	<p>1 turma de 10.º Ano Matemática A</p> <p>1 computador ligado a um projetor</p> <p>1 computador por cada grupo de 2 alunos</p> <p>5 CD-ROM editora A</p>	<p>Introdução ao estudo das secções no cubo.</p> <p>A professora elaborou uma ficha de trabalho com três tarefas: uma interativa e duas não-interativas.</p> <p>A tarefa interativa consiste na apresentação de cubos com três pontos assinalados, para os alunos registarem as secções obtidas com o auxílio da <i>apliqueta</i> do CD-ROM.</p> <p>As duas tarefas não-interativas são uma para os alunos descobrirem quais os polígonos que é possível obter como resultado da intersecção de um cubo por um plano e a outra de aplicação de conhecimentos.</p> <p>Replica a proposta do CD-ROM</p>	<p>Trabalha e anda pela sala</p> <p>A professora movimenta-se entre os grupos de alunos formados enquanto estes trabalham, monitoriza a sua progressão e fornece orientação quando surgir a necessidade.</p>
CED_A6	<p>2 turmas de 10.º Ano Matemática A (1 de cada professora)</p> <p>1 computador ligado a um projetor</p> <p>1 quadro branco</p> <p>1 CD-ROM editora A</p>	<p>Conjunção e disjunção de condições.</p> <p>As professoras elaboraram uma ficha de trabalho (FT) com três tarefas: uma com conjunções de condições, outra com disjunções de condições e outra com conjuntos para os alunos identificarem a operação e as condições que lhes deram origem.</p> <p>As professoras construíram um questionário para recolher a opinião dos alunos sobre o CD-ROM e o grau de dificuldade das tarefas.</p> <p>Replica a proposta do manual</p>	<p>Ligação quadro-ecrã</p> <p>“Os alunos juntam-se em grupos de três elementos, de forma aleatória, sendo posteriormente distribuída a FT. Os alunos realizam a tarefa, depois de esta ter sido lida no grupo turma. As professoras ajudam os alunos sempre que estes solicitarem. Esta etapa terá a duração de quarenta minutos.</p> <p>Em grande grupo, com a ajuda do CD-ROM serão corrigidas as tarefas e far-se-á uma síntese dos conteúdos envolvidos. O quadro branco permitirá dar algumas explicações, esclarecer dúvidas de âmbito geral e prestar algumas orientações”.</p>
CED_A7	<p>1 turma de 10.º Ano Matemática A</p> <p>1 computador ligado a um projetor</p> <p>11 computadores</p> <p>1 quadro branco</p> <p>1 CD-ROM editora A</p> <p>1 CD-ROM editora B</p>	<p>Planos coordenados.</p> <p>Planos perpendiculares aos eixos coordenados.</p> <p>Pontos no espaço.</p> <p>A professora não produziu documentos em suporte escrito para distribuir aos alunos.</p>	<p>Discussão do ecrã</p> <p>Trabalha e anda pela sala</p> <p>“Os conceitos serão introduzidos com um exemplo prático, em seguida, será realizada a exploração dos conceitos com o vídeo CD-ROM da editora B, com a turma toda. Na aula seguinte 11 equipas de alunos realizarão nos computadores o jogo interativo do CD-ROM da editora A”.</p>
CED_A8	<p>1 turma de 10.º Ano Matemática A</p> <p>1 computador ligado a um projetor</p> <p>14 computadores</p> <p>8 CD-ROM editora B</p>	<p>Coordenadas de pontos de espaço.</p> <p>Condições de retas no espaço.</p> <p>O professor construiu um guião para o visionamento do vídeo do CD-ROM que continha as definições, uma ficha de consolidação com os exercícios propostos no CD-ROM para os alunos resolverem e uma ficha de avaliação de conhecimentos.</p> <p>Adapta</p>	<p>Trabalha e anda pela sala</p> <p>O professor movimenta-se entre os grupos de 2 alunos formados enquanto estes trabalham, monitoriza a sua progressão e fornece orientação quando surgir a necessidade.</p> <p>“Acompanhamento discreto dos grupos de trabalho na execução das atividades, promovendo a sua discussão”.</p>
CED_A9	<p>1 turma de 10.º Ano Matemática A</p> <p>1 computador ligado a um projetor</p> <p>1 computador por cada grupo de 2 alunos</p> <p>5 CD-ROM editora A</p>	<p>Estudo das simetrias no espaço.</p> <p>A professora elaborou uma ficha de trabalho com quatro tarefas: as três primeiras de revisão das simetrias no plano e de exploração de simetrias no cubo e no paralelepípedo para serem resolvidas sem computadores e a quarta de exploração para ser resolvida com o auxílio da <i>apliqueta</i> do CD-ROM.</p> <p>Replica a proposta do CD-ROM</p>	<p>Trabalha e anda pela sala</p> <p>A professora movimenta-se entre os grupos de alunos formados enquanto estes trabalham, monitoriza a sua progressão e fornece orientação quando surgir a necessidade.</p>

CED_A10	<p>2 turmas de 11.º Ano Curso Profissional</p> <p>1 computador ligado a um projetor 1 computador por cada grupo de 2 alunos</p> <p>10 CD-ROM editora B</p>	<p>Introdução ao sistema circular: Conceito de radiano. Generalização de ângulos. Abordagem histórica do tema.</p> <p>A professora elaborou uma FT para aplicação dos conceitos apresentados nos vídeos do CD-ROM.</p> <p>Replica a proposta do manual</p>	<p>Discussão do ecrã Trabalha e anda pela sala</p> <p>“A professora apresenta os conteúdos do CD-ROM. Os alunos visionam, a pares, o vídeo, com a atividade de medição do perímetro da base de um copo para a introdução do conceito de radiano. Depois as professoras questionam os alunos sobre a necessidade de visualizarem mais vezes o vídeo a fim de perceberem realmente o conceito e informá-los-á que podem eles próprios utilizar o computador para repetirem o procedimento as vezes que forem necessárias. Em seguida, será distribuída a FT, a qual envolve, três primeiros exercícios de aplicação sobre a passagem de graus para radianos e vice- versa. Os alunos não terão qualquer tipo de ajuda, das professoras, para a concretização da tarefa. Em seguida, os alunos visionam, a pares, o vídeo, com a atividade de representação de um ângulo orientado e resolvem, de seguida, os exercícios quatro e cinco da ficha. No final da aula, os alunos devem preencher um questionário sobre a avaliação da tarefa e elaborar uma pequena reflexão sobre os aspetos positivos e negativos da sua atividade”.</p>
CED_A11	<p>2 turmas de 11.º Ano Matemática A</p> <p>1 computador ligado a um projetor 1 computador por cada grupo de 2 alunos</p> <p>10 CD-ROM editora B</p>	<p>Produto escalar de dois vetores no plano e no espaço. Aplicações do produto escalar à geometria.</p> <p>As professoras elaboraram FT para aplicação dos conceitos apresentados nos vídeos do CD-ROM.</p> <p>Replica a proposta do manual</p>	<p>Trabalha e anda pela sala</p> <p>“Tendo em conta a idade dos alunos e a sua autonomia, as professoras decidiram não fazer qualquer tipo de abordagem à matéria pois é seu objetivo verificar se, depois de assistirem à “aula” pelo CD- ROM, os alunos conseguirão realizar sozinhos as atividades incluídas no final dos capítulos do manual. Assim, as professoras supervisionarão o desenvolvimento do trabalho dos alunos, esclarecendo apenas as dúvidas que eventualmente surjam relativas à aplicação informática em si. Para consolidação dos conhecimentos será resolvida uma ficha de trabalho. No final da aula será pedida aos alunos uma reflexão sobre esta atividade em que indiquem os seus aspetos positivos e negativos”.</p>
CED_A12	<p>3 turmas de 11.º Ano Matemática A (1 de cada professora)</p> <p>1 computador ligado a um projetor 1 computador por grupo de alunos 1 quadro branco</p> <p>6 CD-ROM editora B</p>	<p>Reduções ao primeiro quadrante.</p> <p>Os professores elaboraram uma ficha de trabalho para que os alunos pudessem registar as atividades matemáticas que iriam desenvolver com o auxílio da <i>apliqueta</i> do CD- ROM.</p> <p>Os professores construíram um questionário para recolher a opinião dos alunos sobre a aula.</p> <p>Replica a proposta do manual</p>	<p>Estratégia A Ligação quadro-ecrã Estratégia B Trabalha e anda pela sala Discussão do ecrã</p> <p>Os professores decidiram aplicar os RT segundo duas estratégias distintas, para poderem comparar os efeitos nas aprendizagens dos alunos das duas estratégias. Assim, decidiram que numa turma o trabalho seria realizado em grande grupo, orientado pelo professor e utilizando um único computador (estratégia A). Nas outras os alunos realizariam a FT autonomamente, em pequenos grupos, com o auxílio da <i>apliqueta</i> do CD-ROM com vários computadores (estratégia B).</p>

Cenário	Componentes dos cenários de exploração didática por Oficina de Formação		
	Turma, nível de ensino e artefactos tecnológicos	Orquestração instrumental	
		Configuração didática-Situação matemática e artefactos produzidos (Segundo os descritores de Brown, 2009)	Modos de exploração (Segundo os descritores de Drijvers, 2010, 2012)

Oficina de Formação B			
CED_B1	2 turmas de 7.º ano (1 por cada professor)	Avaliação de conhecimentos sobre as regras das operações com potências.	Ligação quadro-ecrã
	1 computador ligado a um projetor 1 quadro branco 1 CD-ROM editora D	Os professores utilizaram a ficha de trabalho do manual e o teste interativo do CD-ROM. O teste interativo tem uma questão com quatro alíneas de verdadeiro e falso e três questões de escolha múltipla. Replica a proposta do manual e do CD-ROM	“Os alunos resolvem a ficha de trabalho individualmente, em seguida é feita a sua correção no computador e a projeção do datashow. Finalmente, os alunos vão ao computador resolver o teste interativo do CD-ROM em pequenos grupos. Enquanto um grupo está no computador os outros alunos realizam individualmente os exercícios do manual escolar”.
CED_B2	3 turmas de 7.º ano (1 de cada professor)	Razão e proporção-teorema de Tales.	Explica o ecrã
	1 computador ligado a um projetor 7 computadores <i>The Geometer's Sketchpad</i> instalado nos computadores	Os professores utilizaram uma ficha de trabalho do manual que continha um guião de utilização do GSP e uma tarefa de investigação para a dedução do teorema e exercícios de aplicação do teorema de Tales. Replica a proposta do manual	Trabalha e anda pela sala “Os alunos durante a aula terão à sua disposição computadores com o programa e um guião para poderem trabalhar de uma forma autónoma. Como cada aluno não terá um computador pretende-se que os alunos interajam. Será feita uma breve introdução à tarefa que envolve um <i>software</i> matemático GSP. Os professores movimentam-se entre os grupos de alunos formados enquanto estes trabalham, monitorizam a sua progressão e fornecem orientação quando surgir a necessidade”.

CED_B3	<p>1 turma de 7.º ano</p> <p>1 computador ligado a um projetor 7 computadores</p> <p><i>The Geometer's Sketchpad (GSP)</i> instalado nos computadores</p>	<p>Propriedades geométricas dos paralelogramos.</p> <p>O professor utilizou duas fichas de trabalho do manual.</p> <p>A primeira com as instruções de utilização do GSP para a construção de um paralelogramo.</p> <p>A segunda com as instruções de utilização do GSP para a resolução de uma tarefa de investigação sobre as propriedades dos paralelogramos.</p> <p>Replica a proposta do manual</p>	<p>Demonstração técnica/Explica o ecrã Trabalha e anda pela sala Assinala e mostra</p> <p>"Aula 1 O professor apresenta o GSP recorrendo a um exemplo. (...) Após os alunos já terem realizado operações várias com o GSP será entregue aos alunos a 1ª parte do guião da tarefa, que compreende a construção de um paralelogramo. A realização desta construção não será acompanhada de qualquer explicação e pela projeção no quadro. O professor circulará pela sala assegurando o esclarecimento de algumas dúvidas. Os alunos guardaram as construções.</p> <p>Aula 2 Será entregue a segunda parte do guião da tarefa de investigação (...) e apresentada oralmente pelo professor, de forma a clarificá-la (...). Os alunos irão realizar investigações matemáticas, de acordo com orientações que são dadas no guião. Os alunos deverão realizar conjecturas a partir da observação de regularidades nos vários paralelogramos. O último momento da aula consistirá na apresentação das conjecturas/raciocínios. Gradualmente, tais conclusões serão completadas e clarificadas com o contributo dado pelos restantes grupos. Nesta etapa, a docente assume um papel de moderação das intervenções, fazendo alguns comentários sobre as mesmas. Partindo das intervenções dos alunos, será feita uma síntese e sistematização das propriedades dos paralelogramos, com a intervenção do docente, que serão registadas no quadro e, posteriormente, pelos alunos nos seus cadernos diários".</p>
CED_B4	<p>2 turmas do 8.º ano</p> <p>1 computador ligado a um projetor 3 computadores 3 CD-ROM editora D</p>	<p>Avaliação de conhecimentos sobre: Função afim, função linear e função constante.</p> <p>Os professores elaboraram uma ficha de trabalho com as propostas do CD-ROM (mini-teste interativo, jogo interativo e super-teste interativo)</p> <p>Replica a proposta do CD-ROM</p>	<p>Explica o ecrã Trabalha e anda pela sala Assinala e mostra</p> <p>"1ª Fase: Projetar os slides com a síntese sobre "Funções" e rever o tema com o grupo-turma (atividade inicial), tendo previamente entregue aos alunos a cópia em suporte de papel.</p> <p>2ª Fase: Distribuir a ficha de trabalho aos alunos e realizar a atividade 1 (mini-teste interativo).</p> <p>3ª Fase: Dispondo de três computadores e três "CD" os alunos quatro a quatro utilizam os computadores para realizar o jogo interativo (atividade 2), enquanto os restantes alunos realizam o super-teste interativo (atividade 3) alternando posições de seguida.</p> <p>4ª Fase: Recolher as fichas, para posterior classificação, uma por grupo e fazer com o grupo turma a correção dos testes projetando os respetivos resultados".</p>

CED_B5	<p>2 turmas do 8.º ano</p> <p>1 computador ligado a um projetor</p> <p>Plataforma editora D (manual interativo)</p>	<p>Relações entre o perímetro e a área de triângulos semelhantes.</p> <p>A professora elaborou duas fichas de trabalho a partir da <i>apliqueta</i> do manual interativo. Uma FT, para os alunos registarem as relações entre o perímetro e a área de triângulos semelhantes e a outra para aplicarem conhecimentos.</p> <p>Replica a proposta do manual</p>	<p>Discussão do ecrã</p> <p>“Resolução da ficha até a questão 1c. Utilização do manual interativo (...) para experimentarem mais exemplos e chegarem a generalização. Registo das conclusões na ficha, questão 1d. Utilização das apliquetas em tarefas que generalizam as relações entre perímetros e áreas de outras figuras semelhantes. Resolução dos exercícios da ficha e sua correção”.</p>
CED_B6	<p>1 turma do 9.º ano</p> <p>1 computador ligado a um projetor</p> <p>1 CD-ROM editora B</p>	<p>Equações do 1º grau a duas incógnitas. Sistemas de 2 equações do 1º grau com 2 incógnitas.</p> <p>O professor não produziu documentos para serem entregues em suporte papel.</p>	<p>Discussão do ecrã</p> <p>Visionamento do vídeo do CD-ROM seguido da discussão com a turma toda orientada pelo professor.</p>
CED_B7	<p>2 turmas do 9.º ano (1 de cada professor)</p> <p>1 computador ligado a um projetor</p> <p>10 computadores</p> <p>10 CD-ROM editora B</p> <p>Plataforma <i>moodle</i></p>	<p>Avaliação de conhecimentos sobre proporcionalidade inversa.</p> <p>Os professores elaboraram um guião de utilização do vídeo do CD-ROM e um teste de aplicação de conhecimentos na plataforma <i>moodle</i> com itens de escolha múltipla selecionados do manual.</p> <p>Replica a proposta do manual</p>	<p>Trabalha e anda pela sala</p> <p>“O guião conduz o aluno na pesquisa de alguns “slides”, primeiro para recordar a definição de proporcionalidade direta, a seguir consultam slides com exemplos de aplicação e para concluir slides com exercícios de aplicação”.</p>
CED_B8	<p>2 turmas do 9.º ano (1 de cada professor)</p> <p>1 computador ligado a um projetor</p> <p>1 CD-ROM editora B</p>	<p>Introdução ao estudo da proporcionalidade inversa.</p> <p>As professoras elaboraram uma ficha de trabalho com exercícios.</p> <p>Replica a proposta do manual</p>	<p>Aluno Sherpa</p> <p>“Introdução do conceito de proporcionalidade inversa, utilizando o CD-ROM. A metodologia adotada será pedir a um aluno para estar no computador, mostrando os diapositivos que o professor, estando junto do quadro de frente para os alunos, lhe irá indicando e parar a animação quando necessário. Este método permitirá uma melhor interação com os alunos”.</p>
CED_B9	<p>1 turma de 10.º Ano Matemática A</p> <p>1 computador ligado a um projetor</p> <p>1 CD-ROM editora A</p>	<p>Introdução ao estudo das secções no cubo.</p> <p>O professor aplicou uma ficha de trabalho, que encontrou na internet através de um motor de busca, para sistematizar as aprendizagens realizadas com a <i>apliqueta</i> do CD-ROM.</p> <p>Replica</p>	<p>Discussão do ecrã</p> <p>“A tarefa interativa do CD-ROM sobre as secções do cubo será dinamizada como jogo com a turma toda”.</p>
CED_B10	<p>2 turmas de 10.º Ano Matemática A (1 de cada professora)</p> <p>1 computador ligado a um projetor</p> <p>7 computadores</p> <p>7 CD-ROM editora A</p>	<p>Conjuntos definidos por condições- Circunferência e círculo.</p> <p>As professoras elaboraram uma ficha de trabalho com as tarefas de investigação propostas no manual para serem resolvidas com o auxílio da <i>apliqueta</i> do CD-ROM.</p> <p>Replica a proposta do manual</p>	<p>Trabalha e anda pela sala</p> <p>“A aula iniciar-se-á com a organização dos alunos em grupos, de acordo com os computadores existentes, para que cada grupo tenha acesso a um computador. Em seguida, distribuir-se-á um CD por grupo, que os alunos irão inserir no computador e abrir de acordo com a ficha de trabalho (...) distribuída a cada aluno em simultâneo com o CD. Os alunos terão instruções para resolver a atividade em grupo, registarem as respostas e entregá-las no final da aula. Os alunos irão sendo acompanhados, durante toda a aula, certificando que todos os grupos estão a chegar às conclusões corretas e também que todos estão envolvidos na atividade”.</p>

CED_B11	<p>1 turmas de 11.º Ano Matemática A</p> <p>1 computador ligado a um projetor</p> <p>5 computadores dos alunos</p> <p>5 CD-ROM editora B</p>	<p>Aplicações do produto escalar à geometria e à trigonometria.</p> <p>A professora elaborou duas fichas de trabalho a partir do vídeo do CD-ROM para os alunos registarem as aplicações do produto escalar à geometria e à trigonometria.</p> <p>A professora elaborou uma ficha de avaliação.</p> <p>Replica a proposta do manual e do CD-ROM</p>	<p>Trabalha e anda pela sala</p> <p>“Aula 1: “O produto escalar e a Geometria” - resolução de uma ficha de trabalho com base no CD-ROM.</p> <p>Aula 2: “O produto escalar e a Trigonometria” – resolução de uma ficha de trabalho adaptada do CD-ROM e manuais de Matemática 11ºano.</p> <p>Aula 3: Ficha de avaliação”.</p>
CED_B12	<p>2 turma de 12.º Ano Matemática. A</p> <p>1 computador ligado a um projetor e a 1 Quadro interativo</p> <p>1 CD-ROM editora A</p>	<p>Propriedades das combinações.</p> <p>Triângulo de Pascal.</p> <p>Teoria Frequencista de Probabilidade.</p> <p>As professoras aplicaram as tarefas de investigação propostas no manual para serem resolvidas com o auxílio das <i>apliquetas</i> do CD-ROM.</p> <p>Replica a proposta do manual</p>	<p>Discussão do ecrã</p> <p>Aluno Sherpa</p> <p>“As três atividades interativas apresentadas no CD-ROM, depois de distribuídas em suporte papel aos alunos, será solicitado que alguns vão ao quadro interativo resolvê-las”.</p>

Cenário	Componentes dos cenários de exploração didática por Oficina de Formação		
	Turma, nível de ensino e artefactos tecnológicos	Orquestração instrumental	
		Configuração didática-Situação matemática e artefactos produzidos (Segundo os descritores de Brown, 2009)	Modos de exploração (Segundo os descritores de Drijvers, 2010, 2012)

Oficina de Formação C			
CED_C1	1 turma do 7.º ano 1 sala com computadores 1 computador ligado a um projetor, com ligação à internet 20 CD-ROM editora B <i>Apliquetas</i> do Instituto Freudenthal http://nlvm.usu.edu/en/nav/frame_s_asid_324_g_3_t_2.html?open=instructions&from=topic_t_2.html http://nlvm.usu.edu/en/nav/frame_s_asid_201_g_4_t_2.html?open=instructions&from=category_g_4_t_2.html	Introdução dos princípios de equivalência para a resolução de equações do 1.º grau. A professora elaborou 3 tarefas de apoio ao trabalho dos alunos, com instruções de utilização das <i>apliquetas</i> e com questões para conduzir os alunos ao enunciado dos princípios de equivalência para a resolução de equações do 1.º grau. Improvisa	Trabalha e anda pela sala Discussão do ecrã “Numa fase inicial, os alunos devem começar por resolver mentalmente equações simples do tipo $a + x = b$ e $a x = b$. Exploração da tarefa 1: Jogo interativo do CD-ROM. Depois de resolverem equações simples mentalmente, os alunos devem dar um passo importante na aprendizagem da resolução de equações. Enunciar e aplicar os princípios de equivalência para a resolução de equações. Para facilitar o processo de resolução de equações utilizam-se duas <i>apliquetas</i> que usam as balanças de dois pratos. Exploração das tarefas 2 e 3. Todas as tarefas são realizadas pelos alunos em trabalho de pares”.
	1 turma do 7.º ano 1 sala com computadores 1 computador ligado a um projetor, <i>Apliquetas</i> do Instituto Freudenthal http://nlvm.usu.edu/en/nav/frame_s_asid_201_g_4_t_2.html?open=instructions&from=category_g_4_t_2.html	Introdução dos princípios de equivalência para a resolução de equações do 1.º grau. A professora adaptou e corrigiu o <i>powerpoint</i> da plataforma proposto pela editora para a apresentação dos princípios de equivalência. A professora construiu um questionário para recolher a opinião dos alunos sobre a aula. Adapta	Discussão do ecrã Trabalha e anda pela sala “A professora seleccionou a seguinte sequência: Apresentação <i>powerpoint</i> -Equações Manipulação do <i>apliquetas</i> -Balanças algébricas Apresentação <i>powerpoint</i> -Equações Utilização da animação-Equações Equivalentes <i>Registo de conclusões e resolução de equações no caderno diário</i> ”.
	1 turmas do 7.º ano (TEIP) 1 sala com computadores 1 computador ligado a um projetor e a 1 quadro interativo com ligação à internet <i>Apliquetas</i> do Instituto Freudenthal http://homepage.mac.com/alantgraham/MatchboxAlgebra/MatchboxAlgebra.html	Introdução dos princípios de equivalência para a resolução de equações do 1.º grau. As professoras elaboraram uma ficha de trabalho com instruções de utilização das <i>apliquetas</i> e com questões para conduzir os alunos ao enunciado dos princípios de equivalência para a resolução de equações do 1.º grau. As professoras construíram um questionário para recolher a opinião dos alunos sobre a aula. Improvisa	Discussão do ecrã Trabalha e anda pela sala “• A professora indica aos alunos o acesso à <i>apliqueta</i> referido na tarefa e, caso seja necessário, dará o auxílio necessário aos alunos a este acesso; • Antes de os alunos iniciarem a resolução da tarefa, a professora indicará que esta será efetuada em três partes (...). • Após a distribuição do enunciado certificar de que os alunos entenderam o pretendido, verificando se há questões relacionadas com a interpretação. • Enquanto os alunos resolvem a tarefa, a professora deve circular pelos grupos para esclarecer e apoiar os alunos de modo a garantir a progressão do trabalho, sem fornecer respostas diretamente relacionadas com as questões formuladas na tarefa. Verificar se todos os elementos de cada grupo estão a participar na resolução da tarefa e se se mantêm motivados. Ajudar a ultrapassar dúvidas relacionadas com a utilização da aplicação”.

CED_C4	<p>3 turma do 7.º ano (1 de cada professor)</p> <p>1 computador ligado a um projetor, com ligação à internet 1 sala com computadores</p> <p>Plataforma editora B</p> <p>Vídeos da academia Khan http://www.khanacademy.org/</p>	<p>Introdução dos princípios de equivalência para a resolução de equações do 1.º grau.</p> <p>Os professores não produziram documentos em suporte escrito para distribuir aos alunos.</p>	<p>Explicação do ecrã</p> <p>“Aula 1: Objetivo: Introduzir o conceito de equações e abordar a terminologia associada às mesmas. Recurso: Vídeo da Plataforma da editora [Desenvolvimento de conteúdos] <u>Equações-Introdução</u> <u>Terminologia associada ao estudo de equações</u> [Exercício interativo] <u>Terminologia no estudo das equações</u> [Desenvolvimento de conteúdos] <u>Equações equivalentes</u> <u>Simplificação da escrita</u> [Exercício interativo] <u>Simplificação da escrita</u></p> <p>Aula 2: Objetivo: Aprendizagem e sistematização dos princípios da multiplicação e da adição para resolução de equações. Recurso: Vídeos da Academia Khan (...)</p> <p>Aula 3: Objetivo: Classificação de equações Recurso: vídeo da Plataforma da editora B [Desenvolvimento de conteúdos] <u>Classificação de equações-Introdução</u> <u>Equações possíveis e determinadas</u> <u>Equações possíveis e indeterminadas</u> <u>Equações impossíveis</u> [Exercício interativo] <u>Classificação de equações</u> [Desenvolvimento de conteúdos] <u>Problemas impossíveis</u> [Exercício interativo] <u>Problemas impossíveis”.</u></p>
CED_C5	<p>1 turma do 7.º ano</p> <p>1 computador ligado a um projetor, com ligação à internet</p> <p><i>Geogebra</i> instalado nos computadores</p> <p>Plataforma editora B</p> <p>Os alunos trouxeram os seus portáteis (trabalharam a pares)</p>	<p>Introdução ao processo de Ampliação/Redução de uma figura pelo método da Homotetia.</p> <p>A professora elaborou uma ficha de trabalho de apoio ao trabalho dos alunos, com instruções de utilização do <i>Geogebra</i> para a construção de figuras semelhantes e com questões para conduzir os alunos à generalização das relações.</p> <p>Replica a proposta do manual</p>	<p>Trabalha e anda pela sala Discussão do ecrã Explica o ecrã</p> <p>“Aula 1: Solicitar aos alunos que em grupos de 2 alunos resolvam a ficha de exploração que lhes vai ser entregue, recorrendo ao “Geogebra” e à medida que a exploram registem as suas conclusões; Em grande grupo recolher as suas conclusões e registar as diferenças relativamente à razão de semelhança;</p> <p>Aula 2: Recorrer à aplicação da plataforma mostrando aos alunos como se constrói uma figura semelhante pelo método da homotetia. Discutir com os alunos a diferença das várias razões de semelhança. Consolidação de conceitos: resolução dos exercícios do manual”.</p>

CED_C6	<p>1 turma do 7.º ano</p> <p>1 computador ligado a um projetor, com ligação à internet</p> <p>1 sala com computadores</p> <p>Plataforma editora B</p> <p>CD-ROM editora B</p> <p><i>Geogebra</i> instalado nos computadores</p>	<p>Introdução à construção de figuras semelhantes (ampliação e redução).</p> <p>A professora elaborou uma ficha de trabalho de apoio ao trabalho dos alunos, com instruções de utilização do <i>Geogebra</i> para a construção de figuras semelhantes e com questões para conduzir os alunos generalização das relações.</p> <p>Improvisa</p>	<p>Explica o ecrã Trabalha e anda pela sala</p> <p>“A unidade será introduzida com a apresentação que consta na plataforma: Em grande grupo, exploraremos a apresentação disponível no CD-ROM que acompanha o manual de modo que os alunos cheguem aos conceitos de forma e figuras semelhantes. Posteriormente, no computador, com recurso ao “<i>Geogebra</i>”, os alunos procederão à construção de ampliações e reduções de figuras, seguindo o guião. À medida que efetuam a atividade, os alunos deverão concluir que em figuras semelhantes os lados correspondentes”.</p>
CED_C7	<p>1 turma do 8.º ano</p> <p>1 computador ligado a um projetor</p> <p>1 sala com computadores</p> <p>6 CD-ROM editora D</p>	<p>Aplicação de conhecimentos sobre: Grau de um polinómio. Operações com polinómios.</p> <p>A professora elaborou duas fichas de trabalho de apoio ao trabalho dos alunos, com uma síntese dos conceitos e com as regras e objetivos dos jogos interativos do CD-ROM.</p> <p>Improvisa</p>	<p>Trabalha e anda pela sala</p> <p>“Aplicação de conhecimentos através de um jogo didático sobre: Grau de um polinómio (dominó dos polinómios) Operações com polinómios (lotaria de operações com polinómios) O professor movimenta-se entre os grupos de 4 alunos formados enquanto estes trabalham, monitoriza a sua progressão e fornece orientação quando surge a necessidade”.</p>
CED_C8	<p>1 turma do 8.º ano</p> <p>1 computador ligado a um projetor</p> <p>1 sala com computadores</p> <p>1 CD-ROM editora D</p>	<p>Teorema de Pitágoras.</p> <p>A professora elaborou duas fichas de trabalho: uma de apoio ao trabalho dos alunos, com instruções de utilização do <i>Geogebra</i> com questões de investigação para conduzir os alunos ao enunciado do teorema de Pitágoras (adaptada das turmas piloto); e outra com problemas de aplicação do teorema de Pitágoras.</p> <p>Adapta dos materiais disponibilizados pela DGIDC para os NPMEB</p>	<p>Trabalha e anda pela sala Discussão do ecrã Aluno Sherpa</p> <p>“Aula 1: Os alunos organizam-se em grupos de dois, cada grupo tem ao seu dispor um computador. Como estratégia, vou optar pelo trabalho de pares, (...) facilita assim a entajada e desenvolve o raciocínio e argumentação matemática. Após finalizar as atividades propostas, haverá uma discussão em grande grupo e as conclusões serão registadas no caderno.</p> <p>Aula 2: Nesta aula utilizarei o CD-ROM, a ficha nº2 para acompanhar a aplicação do Teorema e o manual adotado. Começarei por pedir a um aluno para ser o assistente na aula. Um aluno ficará no computador enquanto eu fico ao pé da tela para ir explicando os vários passos e verificando se os alunos estão a perceber. Quando houver necessidade fazem-se pausas e esclareço as dúvidas. Eu acompanho a resolução dos problemas e no final, depois de ter dado tempo suficiente para os terem resolvido, peço ao aluno que os resolva e esclareço as dúvidas. Em seguida, os alunos resolveram problemas/ exercícios do manual adotado”.</p>

CED_C9	<p>1 turma do 8.º ano</p> <p>1 computador ligado a um projetor</p> <p>1 sala com computadores</p> <p>programa <i>Transmographer</i> instalado nos computadores</p>	<p>Introdução ao estudo das translações.</p> <p>A professora elaborou duas fichas de trabalho de apoio ao trabalho dos alunos, com instruções de utilização do programa e com questões para conduzir os alunos à generalização das propriedades das translações.</p> <p>Improvisa</p>	<p>Explica o ecrã Trabalha e anda pela sala Discussão do ecrã</p> <p>“Aula 1: A aula iniciar-se-á com uma breve apresentação sobre o movimento de Translação. De seguida os alunos (a pares) irão realizar uma ficha onde, com recurso ao computador e através do programa <i>Transmographer</i> vão explorar o movimento de Translação de forma a tentarem chegar a uma definição e às suas propriedades. Posteriormente serão apresentados à turma os resultados obtidos pelos pares e discutidos de forma a sistematizar conclusões em grande grupo. Posteriormente será exibida uma apresentação onde se mostra como construir a imagem de uma figura através de um movimento de translação. Como trabalho de casa os alunos irão construir a translação de uma figura à sua escolha (seguindo os passos que estão referidos na página 45 do manual).</p> <p>Aula 2: No início da aula será corrigido o trabalho de casa da aula anterior. De seguida será introduzida a ficha de trabalho nº 2 permitindo o trabalho autónomo dos alunos. As conclusões serão posteriormente discutidas e, em grupo tentar-se-á chegar à definição de Vetor. Visualização de apresentações sobre o conceito de vetor”.</p>
CED_C10	<p>1 turma do 9.º ano</p> <p>1 computador ligado a um projetor</p> <p>1 CD-ROM editora B</p>	<p>Introdução ao estudo de áreas e volumes de sólidos geométricos.</p> <p>A professora elaborou duas fichas de trabalho: uma com as questões apresentadas no vídeo do CD-ROM e outra de resolução de problemas.</p> <p>Replica a proposta do CD-ROM</p>	<p>Discussão do ecrã</p> <p>Escolhi o tema Sólidos geométricos para a primeira aula, em que usarei o CD, uma vez que este tem uma forte componente visual, com imagens e vídeos, apelativa no ensino e aprendizagem deste tema. Planeio intervir o menos possível na apresentação do CD, de modo a não influenciar a análise sobre a sua eficácia. Será dado aos alunos uma ficha de trabalho com os exercícios “.</p>
CED_C11	<p>1 turma do 9.º ano</p> <p>1 computador ligado a um projetor e a 1 quadro interativo</p> <p>1 sala com computadores</p> <p>1 CD-ROM editora B</p> <p><i>Geogebra</i> instalado nos computadores</p>	<p>Resolução de problemas sobre áreas e volumes de sólidos geométricos</p> <p>A professora elaborou um powerpoint com problemas resolvidos selecionados de manuais e dos exames nacionais. A professora elaborou uma ficha de trabalho com exercícios de aplicação semelhantes aos que aparecem no vídeo do CD-ROM.</p> <p>Replica a proposta do manual</p>	<p>Discussão do ecrã</p> <p>Aula 1 Será iniciada com a sistematização dos conteúdos mais relevantes abordados na aula anterior de forma a serem integrados e consolidados mais facilmente pelos alunos; O recurso ao CD_ROM nesta unidade tem dois objetivos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Mostrar que a Geometria está presente no nosso quotidiano; • Consolidar conteúdos abordados; O recurso aos sólidos geométricos facilita a aquisição dos conceitos de forma mais clara; A apresentação de diapositivos em PowerPoint com recurso ao quadro interativo será usada para facilitar a explicação relativa a cada problema; <p>Com os problemas selecionados e com alguns diapositivos pretendo mostrar aos alunos que a geometria está presente em toda a parte: desde o património natural ao construído, passando pelos objetos de uso corrente;</p>

CED_C12	1 turma do 9.º ano 1 computador ligado a um projetor Plataforma editora B	Resolução de problemas sobre áreas e volumes de sólidos geométricos. A professora elaborou fichas de trabalho com problemas de aplicação semelhantes aos que aparecem no vídeo do CD-ROM. Replica a proposta do CD-ROM	Discussão do ecrã “A introdução aos conceitos será feita com recurso à plataforma, e depois consolidada com a apresentação de diapositivos que resumem o que foi tratado. Estes dispositivos são disponibilizados na plataforma Moodle, permitindo assim a sua impressão, de modo a que os alunos retenham um apontamento sobre o tema. Após a apresentação da matéria, segue-se a necessária realização de exercícios, que permitirão aos alunos colocar em prática o aprendido. (...) Considerando que é prática corrente que os alunos se desloquem ao quadro para a realização dos exercícios, e que o tempo que tal implica”.
	1 turma do 9.º ano 1 computador ligado a um projetor Plataforma editora B	Introdução ao estudo das razões trigonométricas do triângulo retângulo. A professora elaborou um powerpoint com a apresentação das razões trigonométricas do triângulo retângulo e exercícios resolvidos. Replica a proposta do manual	Ligação quadro-ecrã A professora associa representações do ecrã com representações dos mesmos objetos que aparecem no manual.
CED_C14	1 turma do 10.º ano de Macs 1 computador ligado a um projetor e a 1 quadro interativo 1 computador por cada grupo de 2 alunos Plataforma editora B	Resolução de problemas sobre tarifários de consumo de telemóveis, eletricidade e água. A professora utilizou a tarefa do manual para ser resolvida com o auxílio da <i>apliqueta</i> do CD-ROM. Replica a proposta do manual	Ligação quadro-ecrã “Aula 1: Na primeira aula vou recorrer ao manual em formato digital, o qual projetarei no quadro interativo, facilitando assim a explicação dos exemplos que apresentarei, uma vez que posso escrever sobre os mesmos e explicar os vários cálculos efetuados. Para esta aula não vou elaborar qualquer ficha de trabalho porque vou usar uma do manual. Aula 2: Numa sala com computadores, os alunos vão trabalhar a pares. Começando por explorar um exemplo, mais uma vez recorrendo ao quadro interativo e depois cada par de alunos resolve um teste interativo que diz respeito aos conteúdos apreendidos nas duas aulas”.
	2 turmas do 10.º ano de Matemática A (1 de cada professor) 1 computador ligado a um projetor 1 computador por cada grupo 2 alunos Plataforma editora B CD-ROM editora B Programa excel instalado nos computadores	Organização, representação e interpretação de caracteres quantitativos: - Diagrama de caule-e-folhas. - Medidas de localização de uma amostra – moda, média, mediana e quartis. - Diagrama de extremos e quartis. Os professores construíram um questionário para recolher a opinião dos alunos sobre a aula. Replica a proposta do manual	Explica o ecrã Discussão do ecrã Trabalha e anda pela sala “Será feita uma introdução da matéria, contextualizando a aula, recorrendo a algumas aplicações da plataforma; Recorrendo à aplicação do CD-ROM, vamos organizar os dados e construir o diagrama de caule-e-folhas. Partindo deste diagrama construir o histograma; Explorar / Interpretar os dados; Discutir com os alunos as vantagens e desvantagens deste tipo de aplicações; Solicitar aos alunos que sejam eles a aplicar, recorrendo aos computadores da sala e à aplicação do CD-ROM (...) Solicitar aos alunos que sejam eles a aplicar, recorrendo aos computadores da sala e à aplicação do CD-ROM; Com os dados gerados na folha de cálculo Excel vamos solicitar aos alunos que introduzam esses dados na calculadora e construam um diagrama de extremos e quartis; Por fim, solicitar um trabalho a realizar fora da aula”.

Guião para a elaboração do relatório final da ação de formação

Pretende-se com este guião indicar pistas para a elaboração do relatório final da ação de formação “Aprendizagem da Matemática com Utilização de Recursos Tecnológicos” de forma a facilitar a escrita e organização dos dados recolhidos.

O relatório deve apresentar duas partes: uma primeira parte onde é contextualizada, descrita e avaliada a experiência pedagógica realizada junto dos alunos e uma segunda parte onde é feita uma reflexão geral sobre o funcionamento da ação.

Guião

1ª Parte

Introdução

- Relevância da experiência pedagógica que vai ser levada a cabo, no contexto da utilização das Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC) e uma breve descrição da mesma.

Experiência pedagógica

- Descrição dos processos de implementação da experiência:
 - ✓ Escolha dos materiais eletrónicos.
 - ✓ Elaboração do plano de aula.
 - ✓ Justificação dos passos metodológicos seguidos no plano de aula (se os materiais foram utilizados tal como são apresentados ou se houve necessidade de os adaptar e porquê).
 - ✓ Descrição pormenorizada da aula (evidenciando o papel da ferramenta que está a ser utilizada no processo de ensino e aprendizagem dos conceitos em estudo e o desempenho dos alunos).

Resultados

- Evidências da aprendizagem dos alunos com a utilização desta ferramenta (compreensão dos conceitos estudados e desempenho dos alunos na utilização dos conhecimentos adquiridos com a experiência pedagógica).

Conclusão

- Síntese do trabalho realizado e sugestões para futuras experiências a realizar com estes materiais.

2ª Parte

Reflexão

- Nesta parte do relatório deve ser feita uma apreciação geral do trabalho desenvolvido ao longo da ação explicitando de que forma esta abordagem contribuiu para a sua formação, para a alteração das práticas de sala de aula e para a aprendizagem dos alunos. Pode ainda, se assim o entender, indicar pontos fortes e fracos da metodologia utilizada na ação.

Novembro de 2009

Anexo 4 – Retorno dos professores sobre o seu desempenho didático e a sua categorização

Oficina de formação A	
DD_A1	<p>“Uma das conclusões que posso retirar prende-se com a natureza da atividade: creio que teria sido mais proveitosa se tivesse sido executada como Avaliação Formativa, sem o peso da necessidade de mostrar resultados, que para alguns alunos condicionou a utilização do recurso.</p> <p>De uma maneira geral penso que se trata de um recurso com potencialidades para explorar, essencialmente do ponto de vista formativo ou, como já tenho utilizado, em aulas de Apoio Pedagógico Acrescido a propósito do final de cada subtema para autoavaliação dos conhecimentos dos alunos”.</p> <p style="text-align: right;">Reflete sobre o artefacto produzido</p>
DD_A2	<p>“Na minha opinião, a utilização deste tipo de recursos tecnológicos, deve ser incentivada desde que orientada. Pois, há certos conteúdos que estão expostos de uma forma difícil para a aprendizagem autónoma dos alunos. Mas, também temos de ter cuidado com a realidade da turma em questão, no momento da realização do plano de aula.</p> <p>De uma forma geral, os alunos aderem bem a este tipo de inovações e acho que se pode estimular a sua autonomia, pois o aluno pode “navegar”, trabalhar ao ritmo da sua aprendizagem.</p> <p>Este tipo de aulas são, sem dúvida, um bom complemento das aulas ditas “tradicionais”, uma boa ferramenta a ser usada pelo professor de forma a diversificar o tipo de aula (sempre devidamente explorada previamente). Quanto mais diversificadas forem as aulas, maior é o número de alunos motivados na sala de aula, podendo assim o professor despertar o gosto pela matemática em todos eles. Pois, como os alunos são todos diferentes com o mais variado tipo de aula, vai haver um tipo com o qual o aluno se identifique e assim motivá-lo-á um pouco mais, podendo assim ao longo do ano o professor agradecer a todos um pouco.</p> <p>Um aluno motivado na sala de aula terá um maior rendimento o que se refletirá em melhores resultados a todos os níveis e fará com que o professor se sinta realizado profissionalmente.</p> <p>Na minha opinião, este tipo de recurso permite ao aluno participar de maneira criativa e crítica, desenvolvendo a criatividade e as suas capacidades de pensamento, raciocínio e ação”.</p> <p style="text-align: right;">Descrição genérica</p>
DD_A3	<p>“A ficha apresentada não era extensa e foi realizada dentro do período de tempo estabelecido, os alunos não recorreram muitas vezes ao professor e conseguiram entre si resolver o que era solicitado, deste modo é de concluir que houve uma ajustada planificação do tempo para a atividade e de que os alunos conseguiram captar o essencial dos conteúdos que se pretendia expor”. (Professor A)</p> <p>“Embora a ficha apresentada não fosse extensa (atendendo a que os conteúdos não eram totalmente desconhecidos, porque fazem parte do currículo do sexto ano), os alunos recorreram mais vezes às professoras do que o desejável, o que demonstrou alguma falta de autonomia e dificuldades no cálculo mental. No entanto, conseguiram entre si, funcionando uns pares melhor que outros, resolver a maior parte do que era solicitado, e conseguiram concretizar o essencial dos objetivos que eram propostos na ficha”. (Professor B)</p> <p style="text-align: right;">Refletem sobre o artefacto produzido</p>
DD_A4	<p>“No início da aula, apenas tinha ligação à Internet em cinco computadores uma vez que a ficha estava prevista para ser realizada em noventa minutos tive que adotar a seguinte estratégia: dez alunos iriam para os cinco computadores a fim de realizarem a tarefa 1 da ficha. Os restantes dezasseis alunos começariam pela tarefa 2 em grupos de dois. Não sendo a situação ideal, permitiu-me observar como reagiam os alunos antes e depois da tarefa 1, na qual era-lhes explicado um método para resolver problemas através de sistemas de equações.</p> <p>Enquanto procurava resolver o problema da inexistência de Internet nos restantes computadores fui observando que os alunos que tinham começado a atividade pela segunda tarefa estavam com algumas dificuldades em equacionar o problema. Disse-lhes que quando resolvessem a tarefa 1 poderiam corrigir aquilo que tinham feito, caso fosse necessário.</p> <p>Os alunos que começaram pela tarefa 1 estiveram muito atentos ao que lhes era pedido para fazer e raramente solicitavam a minha ajuda.</p> <p>Cerca de quarenta e cinco minutos depois da aula ter começado, os computadores ficaram todos ligados à Internet dando a possibilidade a que todos os alunos realizassem a tarefa um e que posteriormente fizessem/corrigissem a tarefa dois.</p> <p>Após terem realizado a atividade foi solicitado que cada aluno fizesse um breve comentário sobre a aula.</p> <p>De uma forma geral os alunos gostaram da inovação e até mostraram interesse por futuras aulas com a mesma dinâmica”. (Professor A)</p> <p style="text-align: right;">Descrição genérica</p> <p>“Nas duas turmas os alunos tiveram de sair da sua sala de forma a poderem utilizar os computadores. Antes de saírem da sala os alunos foram organizados em grupos e foi feita uma breve apresentação da tarefa a realizar. Posteriormente os alunos foram encaminhados para a biblioteca onde existem computadores dispostos em “U” e encostados à parede. De forma natural, os alunos acederam ao conteúdo do CD do manual interativo da [editora B] e foram seguindo os passos da ficha de trabalho.</p> <p>Na turma cujo aproveitamento é melhor a reação à primeira atividade foi bastante boa. Os alunos mostraram autonomia e entusiasmo. Na outra turma, os alunos mais agitados dispersaram-se bastante. Relativamente à segunda tarefa que acabou por ser realizada numa segunda aula, curiosamente, a situação inverteu-se. Os alunos desta última turma reagiram bem, enquanto alguns dos alunos da outra turma, alunos com aproveitamento bom, baralharam-se um pouco com a forma como estava orientada a atividade.</p> <p>No geral, a aplicação das duas atividades correu bem. Aponto como pontos fortes a revisão e consolidação de conceitos, a estimulação da persistência na resolução das tarefas, a estimulação da autonomia e promoção do espírito cooperativo. Ainda como pontos fortes, é de referir que os alunos são muito recetivos à utilização das TIC e o modo como está organizada a atividade permite que estes a completem quase sem ajuda do professor. (Professor B)</p> <p style="text-align: right;">Apresenta uma produção dos alunos da tarefa não-interativa.</p>

	<p>“Em virtude de no dia da atividade faltarem três alunos, a turma foi dividida em 9 grupos (4 grupos de 3 alunos e 4 grupos de 2 alunos), sendo disponibilizado um computador a cada grupo. Numa primeira fase, 4 grupos realizaram a 1ª tarefa (interativa) e 4 grupos realizaram a 2ª tarefa (não interativa). Numa segunda fase, os grupos realizaram a respetiva tarefa em falta.</p> <p>Cada tarefa era constituída por instruções e algumas questões. Os alunos foram sensibilizados para responder às questões apenas quando cada elemento de grupo tivesse dado a sua opinião sobre o assunto, encorajando assim a partilha de conhecimento e ideias, fomentando sempre o espírito do trabalho colaborativo”. <i>Apresenta fotos dos alunos em atividade. (Professor C)</i></p> <p style="text-align: right;">Descrição genérica</p>
DD_A5	<p>“Começaram por resolver a primeira parte da ficha de trabalho (já tinham resolvido exercícios deste tipo), alguns de forma autónoma outros com a ajuda da professora. Como estavam em grupo, eles próprios se foram ajudando uns aos outros.</p> <p>A questão 3 da ficha de trabalho foi preenchida após terem resolvido a atividade no computador. A partir do momento que aprenderam a traçar as retas paralelas não mostraram qualquer dificuldade na execução da tarefa.</p> <p>Alguns completaram a ficha na sala de aula, outros ficaram na última alínea do grupo 5 pelo que um bloco para alguns se revelou insuficiente.</p> <p>Houve ainda alunos que tiveram tempo de explorar o CD e gostaram do tema: Domínios Planos (conjunção e disjunção de condições).</p> <p>No final foi pedido aos alunos que fizessem um comentário sobre o que gostaram mais e menos no decorrer da aula”.</p> <p style="text-align: right;">Descrição genérica</p>
DD_A6	<p>As professoras apresentam o tratamento estatístico do questionário que realizaram aos alunos no final da aula sobre a utilização do CD-ROM e o grau de dificuldade das tarefas propostas.</p> <p style="text-align: right;">Descrição genérica</p>
DD_A7	<p>“Comecei por me dirigir para um canto da sala onde existia o desenho de um quadrado no chão e lá marquei um ponto. Pedi aos alunos que se levantassem dos seus lugares para melhor poderem visualizar e acompanhar a explicação. As reações e respostas dos alunos tornaram-se muito espontâneas, tendo alguns tomado a iniciativa de se sentar no chão.</p> <p>Quando passei para a exploração do CD no computador os alunos, que habitualmente são muito faladores e barulhentos, estavam todos com muita atenção. Após ouvirem cada explicação, alguns pediam-me para voltar ao início porque, segundo eles, a explicação da narradora era muito rápida. Senti também necessidade de intercalar, com a interrupção da animação, para reforçar e explicar alguns pontos mais importantes.</p> <p>Consegui que a segunda aula fosse desenvolvida na sala da Matemática, em que estavam ligados 11 computadores (incluindo o meu) e presentes 26 alunos (um aluno estava suspenso), que livremente formaram as suas equipas para jogarem. Estavam todos muito entusiasmados com a ideia de irem jogar para o computador, já que na aula anterior lhes tinha explicado o objetivo do jogo, exemplificando com o preenchimento on-line das coordenadas de alguns pontos do cubo. Estabeleci o tempo (10 minutos) e os grupos que mais se destacaram obtiveram 160 e 147 pontos, quatro tiveram classificação entre 50 e 100 pontos, e cinco grupos, um valor inferior a 20 pontos.</p> <p>No final alguns alunos pediram-me para levar o CD para casa, porque queriam jogar mais, com a promessa de o trazerem na aula seguinte.</p> <p>Após sentarem-se nos seus lugares, distribuí uma folha branca a cada aluno, onde registaram a opinião em relação a estas aulas e se gostariam de repetir esta experiência com outras matérias”.</p> <p style="text-align: right;">Descrição genérica</p>
DD_A8	<p>“Acomodados os alunos, foi feita a apresentação do Powerpoint “Introdução aos Referenciais no Espaço”. Os alunos mantiveram-se atentos à apresentação e aos esclarecimentos e comentários do professor, participaram com respostas às questões que se iam fazendo, e no final entusiasmaram-se a indicar as coordenadas solicitadas, como exercício, no último slide.</p> <p>Seguidamente foi apresentado o CD [...] de matemática A do 10.º ano”, tendo sido selecionados os vídeos e animações mais relevantes e interessantes (critério do professor). O som do CD reproduzido pelas colunas da instalação foi muito bom, o que manteve os alunos atentos até final, sem saturação aparente.</p> <p>Houve boa participação nas questões que fui pondo no final de cada vídeo/animação, e a sensação foi de terem gostado da sessão.</p> <p>Após as apresentações foi feita a entrega das fichas de trabalho, sendo os exercícios resolvidos e logo corrigidos no final de cada grupo, item a item, de modo a verificar de imediato se os conceitos tinham sido apreendidos. Foram feitos alguns esclarecimentos, quer individuais quer coletivos, durante a resolução das fichas, tendo ficado a sensação que os alunos tinham apreendido o essencial do Tema apresentado.</p> <p>No final foi entregue o questionário de avaliação da sessão, que os alunos preencheram sob anonimato e devolveram”.</p> <p style="text-align: right;">Descrição genérica</p>
DD_A9	<p>“A atividade foi pensada para concluir um conteúdo, no entanto penso que será útil preparar uma atividade onde os alunos explorem conteúdos novos e no final tenham de apresentar as conclusões a que chegaram aos colegas.</p> <p>Neste CD a atividade Cortes no Cubo está bem conseguida, no entanto tem poucos exemplos para permitir uma maior exploração.</p> <p>Esta atividade poderia ter sido toda feita recorrendo apenas a uma ficha de trabalho, no entanto a 2ª parte seria de difícil compreensão para a maioria dos alunos e necessitariam de muita ajuda por parte do professor”.</p> <p style="text-align: right;">Reflete sobre o artefacto produzido</p>
DD_A10	<p>“Assim que a colega [professora assessora] concluiu a primeira fase da aula, os alunos manifestaram desejo de visualizar novamente o CD pois não tinham entendido praticamente nada. Foi-lhes dito que podiam manusear à sua vontade a visualização do CD, sendo que um por outro se foi dirigindo à secretária da professora, onde estava o computador, e analisava novamente, ou através da projeção ou mesmo no</p>

	<p>próprio computador, o material eletrônico. Entretanto começavam a ouvir-se queixumes: “Não percebi nada”, “Stra, não consigo entender”, “Que voz!- não se percebe nada do que diz”.</p> <p>Tentou-se acalmar os alunos incentivando-os a estarem mais concentrados na apresentação do vídeo, mas assim que a ficha de trabalho foi distribuída, entraram literalmente em pânico. A aflição deles era notória. Não conseguiam usar a regra de três simples para passar de graus a radianos e vice-versa, apesar do enunciado explicitar que 180° correspondia a π radianos.</p> <p>Foi extraordinariamente surpreendente para, nós, esta reação contraditória dos alunos pois, aparentemente, tudo o que até aí lhes tinha sido apresentado, era olhado por eles de uma forma negativa. Isto é, continuavam a afirmar que nada percebiam, que, apesar de reverem a apresentação, a matéria era sempre explicada da mesma maneira, enquanto que ao perguntarem algo que não percebiam, à professora, esta explicava de forma diferente até eles perceberem. Salientavam ainda que não gostavam da voz ouvida no CD pois era sempre igual.</p> <p>Reunimo-nos no fundo da sala e decidimos avançar com a matéria seguinte sobre a representação de um ângulo orientado para percebermos se eles iriam entender melhor esses conteúdos. Depois de visualizarem a apresentação do CD sobre ângulos num referencial, os alunos conseguiram indicar na sua folha de resposta os quadrantes a que determinados ângulos pertenciam bem como representá-los num referencial. Mas, assim que começámos a observá-los mais de perto manifestaram a sua preocupação pelo facto de não conseguirem responder às questões anteriores e decidimos, então, que seria melhor a colega [professora assessora] apresentar no quadro a definição de radiano e a regra de três simples para a conversão de graus em radianos.</p> <p>Quando inicialmente, entre nós abordámos, os conteúdos do CD sobre esta matéria, apercebemo-nos de que, nos exercícios resolvidos do CD, o π radianos passava a ser simplesmente, “caindo” o radianos, sem nada ser explicitado sobre essa convenção de, a partir do momento em que se sabe que radianos = 180°, não se usar, no sistema circular, o rad ou radianos, a seguir ao π. Portanto, já pressentíamos que os alunos iriam manifestar alguma dificuldade nessa questão. Foi realmente o que aconteceu. Os alunos confundiam os radianos com o π 3,14 e claro que não conseguiam passar de graus para radianos e vice-versa apesar da explicitação no enunciado de que 180° corresponde a π radianos”.</p> <p style="text-align: center;">Reflete sobre o artefacto tecnológico e reflete sobre o papel do professor</p>
DD_A11	<p>As professoras apresentam o tratamento estatístico do questionário que realizaram aos alunos no final da aula sobre a utilização do CD-ROM e o grau de dificuldade das tarefas propostas.</p> <p style="text-align: right;">Descrição genérica</p>
DD_A12	<p>A ficha de trabalho foi executada com sucesso e mais rapidamente do que estávamos à espera, de tal modo que foi possível aos alunos entrar e explorar também uma outra aplicação do mesmo CD que simulava a redução ao primeiro quadrante para a tangente (estava previsto para esta aula apenas as reduções que envolviam senos e o cossenos), tendo eles próprios adaptado a ficha de trabalho para registar também estes resultados.</p> <p>Os alunos desta turma reagiram muito bem a esta aula, tendo manifestado um comportamento e empenhamento no trabalho proposto bastante acima da sua média.</p> <p>Nas outras experiências em que participei como colaboradora, na turma em que foi também utilizada a estratégia B, a aula decorreu de um modo bastante semelhante ao que foi descrito em cima. Na turma em que foi utilizada a estratégia A, o trabalho foi dirigido pela professora da turma com um único computador, as simulações foram sendo feitas e repetidas tantas vezes quantas as solicitadas pelos alunos, que foram registando com sucesso as suas conclusões na ficha de trabalho. De igual modo ao que aconteceu nas turmas onde tinha sido utilizada a estratégia B os alunos reagiram muito bem à aula.</p> <p>(Igual para os professores A, B, C e D)</p> <p style="text-align: right;">Descrição genérica</p>
Oficina de formação B	
DD_B1	<p>“Numa primeira fase solicitei aos alunos a resolução da ficha de trabalho sobre “Regras operatórias das potências”. Os alunos tiveram inicialmente alguma dificuldade em realizar a atividade, mas pouco a pouco foram conseguindo chegar às regras das potências, alguns com a minha ajuda.</p> <p>Quando quase todos tinham efetuado a ficha de trabalho foi feita a sua correção através do computador e a projeção do data-show.</p> <p>Na segunda fase e última, os alunos em grupo de 3 e 4 elementos (utilizei os grupos formados na disciplina de Área de Projeto) foram ao computador resolver o miniteste interativo do CD “Matemática a Giz de Cor – 7.º Ano”. Enquanto um grupo estava no computador os outros alunos realizam individualmente os exercícios do manual escolar. Convém referir que o tempo estipulado de 5 minutos para a execução do miniteste foi suficiente, pois todos os grupos à exceção de um terminaram antes do prazo.</p> <p>No final da atividade solicitei aos alunos uma opinião pessoal por escrito sobre a aula e a utilização do recurso utilizado.</p> <p>O desempenho dos alunos no processo de ensino e aprendizagem foi satisfatório, a maioria dos alunos mostraram-se atentos, interessados e empenhados. Na fase em que houve a utilização do computador a sua motivação cresceu exponencialmente, pois para muitos foi a primeira vez que utilizaram o computador na sala de aula, na disciplina de matemática.</p> <p>As evidências das aprendizagens dos alunos com a utilização desta ferramenta refletem-se sobretudo numa maior motivação, o que pode encaminhar os alunos à construção do sucesso.</p> <p>O desempenho dos alunos no miniteste interativo teve o seguinte resultado: Grupo I, 44%; grupo II, 69%; grupo III, 50%; grupo IV, 75%; grupo V, 63%; grupo VI, 56% e grupo VII, 100%.</p> <p>Posteriormente, o desempenho dos alunos na resolução de exercícios, de problemas, na minificha de avaliação e no teste de avaliação onde houve a abordagem do tema regras das operações com potências, não evidenciou que a compreensão dos conceitos estudados tivesse sido significativa. Posso então concluir em função dos resultados que os conhecimentos adquiridos na experiência pedagógica ficaram aquém das expectativas esperadas”.</p> <p style="text-align: right;">Descrição genérica</p>

DD_B2	<p>“A atividade está muito bem direcionada, pois os alunos não tiveram qualquer dificuldade na sua concretização.</p> <p>No geral foi bem acolhida e todos os alunos participaram.</p> <p>Em relação à turma C do 7º ano, que não tiveram oportunidade de fazer a construção em vários computadores, acompanharam a construção, feita pelo professor, com entusiasmo e interesse, fazendo sugestões:</p> <ul style="list-style-type: none"> - de como deveria fazer a construção indicando onde deveriam ficar os pontos; - de fazer nova construção, para confirmarem a veracidade do teorema; - de arrastar os pontos A e E em vários sentidos. <p>A professora apresenta produções dos alunos”. (Professora A).</p> <p style="text-align: center;"><i>Reflete sobre o artefacto produzido e apresenta produções dos alunos</i></p> <p>1. Ambiente da aula e atividade dos alunos</p> <p>Os alunos manifestaram uma acentuada curiosidade pela experiência, durante desenvolvimento das atividades foram dialogando no grupo de uma forma ordeira e participativa. Colaboraram e empenharam-se na tarefa proposta, com bons resultados. Não existiu uma única irregularidade de comportamento disciplinar.</p> <p>Os alunos realizaram a atividade solicitando várias vezes os professores. Aqueles alunos que na disciplina de Matemática têm sentido dificuldades de aprendizagem foram os que mais pediram a intervenção dos professores, mas verificou-se que ao fim de algum tempo de aula, ganharam confiança e autonomia.</p> <p>Este problema “Uma razão com 2600 anos” envolveu alguma reflexão por parte dos alunos. Implicou que o aluno ou o grupo de alunos fizesse um análise e conceção da situação, de facto, exigiu que o aluno não só dominasse o uso do software mas também compreendesse a forma de construção da figura.</p> <p>2. Utilização de recursos materiais</p> <p>Os alunos lidaram com os instrumentos de trabalho (computador e GSP) de uma forma adequada e fácil, seguindo os passos e a metodologia determinados pelos professores, sem pressa e respeitando os momentos diferentes de aula.</p> <p>Apresentaram muita facilidade na utilização deste software.</p> <p>Os equipamentos utilizados funcionaram bem e sem quaisquer percalços de inoperância tecnológica, apesar de em alguns computadores haver necessidade de reinstalar o programa, o que sucedeu de uma forma rápida e sem problemas.</p> <p>3. Atividade do professor</p> <p>As intervenções dos professores foram pacíficas e intervieram as vezes que acharam necessárias e reforçaram mais nos grupos de alunos que mostravam mais dificuldades de evolução na construção do problema. Apenas dois grupos não conseguiram chegar às conclusões pretendidas pois durante a construção não atenderam a alguns aspetos que constavam do guião, nomeadamente a construção de retas paralelas.</p> <p>4. Produção científica</p> <p>Os alunos reagiram com significado matemático positivo às tarefas propostas.</p> <p>Os alunos recuperaram e enriqueceram os conhecimentos já dados anteriormente, sobre o conceito de razão e proporção.</p> <p>Utilizaram as capacidades de simulação e de dinâmica interativa do GSP não só como instrumento de geometria mas também como meio incentivador do espírito de pesquisa e de equipa.</p> <p>Verificou-se que foram atingidos, por parte dos alunos, os objetivos previamente definidos, sendo que apresentaram mais dificuldade quando lhes foi pedido para enunciar o Teorema de Tales. Considero que todos os alunos, conseguiram realizar a construção e a atividade de investigação com bastante facilidade mas apresentaram uma maior dificuldade na comunicação por escrito das suas conclusões. Apenas dois grupos apresentaram alguma dificuldade em generalizar os resultados da investigação que na realidade foram os alunos que na disciplina de Matemática têm sentido dificuldades de aprendizagem.</p> <p>A professora apresenta produções dos alunos. (Professora B).</p> <p style="text-align: center;"><i>Reflete sobre o artefacto tecnológico, reflete sobre o artefacto produzido, reflete sobre o papel do professor e apresenta produções dos alunos</i></p>
DD_B3	<p>O professor reflete sobre as produções dos alunos categorizando-as segundo um suporte teórico estudado no âmbito de outra formação.</p> <p style="text-align: right;"><i>Reflete sobre as produções dos alunos</i></p>
DD_B4	<p>“A aula desenvolveu-se nas fases seguintes:</p> <p>1ª Fase: Projetar os slides com a síntese sobre “Funções” e rever o tema com o grupo–turma (atividade inicial), tendo previamente entregue aos alunos a cópia em suporte de papel.</p> <p>2ª Fase: Distribuir a ficha de trabalho aos alunos e realizar a atividade 1 (miniteste).</p> <p>3ª Fase: Dispondo de três computadores e três “CD” os alunos quatro a quatro utilizam os computadores para realizar o jogo interativo “ Funcionando” (atividade 2), enquanto os restantes alunos realizam o superteste (atividade 3) alternando posições de seguida.</p> <p>4ª Fase: Recolher as fichas, para posterior classificação, uma por grupo e fazer com o grupo turma a correção dos testes projetando os respetivos resultados.</p> <p>Todas as atividades realizadas foram elaboradas a partir do conteúdo do referido CD.</p> <p>A atividade inicial “Síntese” foi devidamente adaptada ao tipo de terminologia que os alunos reconhecem melhor, conforme a do manual que utilizamos ao longo das aulas, com que trabalham no dia–a–dia.</p> <p>O “miniteste” e o “superteste” sendo testes interativos do CD foram por nós utilizados para verificação de conhecimentos no trabalho de grupo”. (Igual Professores A e B).</p> <p style="text-align: right;"><i>Descrição genérica+</i></p>
DD_B5	<p>“Na primeira aula comecei por distribuir os enunciados das fichas de trabalho aos alunos, indicando-lhes para a resolverem até à questão 1 alínea c, inclusive. Com esta ficha pretendia que os alunos desconfiassem que existia uma relação entre a razão de semelhança e a razão dos perímetros de triângulos semelhantes. O mesmo pretendia, mas com algumas reservas, que suspeitassem da existência da relação da razão de semelhança e a razão das áreas dos triângulos semelhantes. Relativamente a primeira situação, os alunos chegaram facilmente ao que era desejado, aproveitei para os questionar se</p>

	<p>aconteceria para todos os triângulos semelhantes, alguns deles responderam que sim, mas sem grandes convicções. Aproveitei assim, para projetar a aplicação de geometria dinâmica do manual interativo que se encontra reproduzida na figura seguinte, para lhes mostrar que essa relação era sempre válida para quaisquer triângulos semelhantes.</p> <p>Nesta aplicação, ao arrastar um dos vértices do triângulo as medidas alteravam-se mas podiam verificar que a razão de semelhança era sempre igual à razão dos perímetros. Na minha opinião, era dispensável colocarem logo visível a conclusão pretendida, pois desta forma não é permitido a qualquer aluno mais atento chegar ele próprio à propriedade.</p> <p>Quanto à segunda situação, os alunos tiveram mais dificuldades, a sua primeira resposta foi que a razão das áreas era igual ao dobro da razão de semelhança. Aqui nota-se a dificuldade que os alunos têm em fazer uma conjectura. Os alunos facilmente ignoraram o exemplo que relacionava os triângulos B e A e limitaram-se ao exemplo que relaciona os triângulos B e C, em que a razão de semelhança é igual a dois. Nessa altura, chamei a atenção, que a relação que se pretendia descobrir tinha de ser válida para todos os exemplos, em particular os que eram descritos na ficha de trabalho. De seguida, projetei a seguinte aplicação também do mesmo manual interativo.</p> <p>Comecei por mover o vértice de um triângulo de forma que a razão de semelhança fosse, tanto quanto possível, igual a valores inteiros, ou seja, inicialmente igual a 1, de seguida igual a 2, e depois igual a 3 e assim sucessivamente. Isto até, eles verificarem que a razão das áreas de triângulos semelhantes era igual ao quadrado da razão de semelhança. Mais uma vez, considero que esta aplicação tem informação disponível inicialmente em excesso, o que me valeu foi que os meus alunos não reconhecem que a expressão r^2 representa r^2. Desta forma, com as várias tentativas que fiz, nas duas turmas chegaram a relação desejada ao fim do terceiro exemplo ou seja quando a razão de semelhança é igual a 3. Torno a reforçar, que talvez por estarem tão atentos às variações dos triângulos os alunos não se aperceberam que a resposta à questão encontrava-se no fim da projeção. De seguida, os alunos registaram as conclusões na ficha.</p> <p>Achei importante alargar essas conclusões a outras figuras geométricas. Para isso, fiz duas construções geométricas em "Geogebra", uma com quadrados e outra com círculos. Mais uma vez projetei essas duas aplicações de geometria dinâmica, alterando sempre as medidas das figuras e exibindo passo a passo até chegar ao final das apresentações tal como apresento nas próximas figuras".</p> <p style="text-align: right;">Reflete sobre o artefacto tecnológico</p>
DD_B6	<p>"Concluindo</p> <ul style="list-style-type: none"> • Pela experiência vivida e do feedback dos alunos a implementação de meios informáticos em sala de aula para o Ensino da Matemática é um contributo positivo; • A motivação dos alunos é maior quando se implementam meios informáticos; • Mesmo só com áudio a atenção e concentração dos alunos melhorou. Se se conseguir sistematicamente a captação da atenção e a concentração dos alunos em sala de aula, obviamente a aquisição e compreensão dos conhecimentos irá melhorar; • Será interessante implementar e monitorizar experiências similares (mas com melhoria de condições e outros temas) quando as condições de escola o permitirem; senão através de fotocópias onera-se desnecessariamente a implementação deste tipo de trabalhos – e o ambiente ressentir-se". <p style="text-align: right;">Descrição genérica</p>
DD_B7	<p>"A aula não tem história: decorreu exatamente como previsto. Os alunos, distribuídos pelos grupos de trabalho previamente organizados (em aula anterior) portaram-se impecavelmente e era visível o agrado com que realizaram as tarefas propostas; no final, responderam ao teste escrito, que se encontra em Anexo, e elaboraram, como previsto, o relatório de grupo descrevendo a atividade.</p> <p>Correu tudo tão bem, que até quase parece mentira.</p> <p>As dificuldades surgidas, manifestadas por alguns alunos, foram sobretudo ao nível da compreensão de certos aspetos do Guião de Aula, fruto da diversidade cultural da turma, sendo maioritariamente colocadas por alunos que têm dificuldades, já detestadas, na interpretação de textos escritos e que, por esse motivo, frequentam a Disciplina de Português como Língua não Materna (PLNM)".</p> <p style="text-align: right;">Descrição genérica</p>
DD_B8	<p>Após esta revisão, comecei por introduzir o conceito de proporcionalidade inversa, utilizando o CD. A metodologia adotada foi pedir a um aluno para estar com o meu portátil, mostrando os diapositivos que eu, estando junto do quadro de frente para os alunos, lhe iria indicando e parar a animação quando eu entendesse necessário. Este método permitiu uma melhor interação com os alunos.</p> <p>O segundo diapositivo permitia uma maior intervenção dos alunos. Este diapositivo, com a animação, permitia interagir com a turma, pois à medida que iam aparecendo os valores da velocidade do automóvel os alunos iam dizendo os valores correspondentes do tempo. Neste diapositivo para além desta imagem surge ainda outra, com uma tabela de valores, em que eu pedia ao aluno sentado ao computador para parar sucessivamente a animação, para que fossem os alunos a chegarem aos respetivos valores.</p> <p>Parece-me a mim que a utilização deste recurso tecnológico não resolveu as dificuldades dos alunos mais fracos e desinteressados, mas pelo menos estiveram mais empenhados e atentos nestas aulas. No caso dos alunos mais empenhados, a experiência foi bastante positiva, pois pareceu-me que compreenderam os conceitos de uma forma mais rápida e a aquisição de conhecimentos matemáticos foi mais consistente. Na avaliação efetuada pelos alunos, estes referiram ter gostado de tratar o tema com a ajuda dos recursos informáticos. Acharam as aulas diferentes, interessantes e divertidas. Alguns referem mesmo que aprenderam mais desta forma, e que gostariam que eu repetisse para outros temas. Alguns lamentaram apenas, não terem a possibilidade de ter um computador para cada um, ou pelo menos para cada dois.</p> <p style="text-align: right;">Reflete sobre o artefacto tecnológico</p>
DD_B9	<p>"Em aula o Jogo das secções do Cubo, do CD, foi apresentado tal como está no próprio CD tendo sido dado um esclarecimento prévio acerca do jogo utilizando para tal o menu Ajuda que o acompanha, bem como uma breve exemplificação. Após esta primeira abordagem expositiva acerca do funcionamento do jogo, foi pedido aos alunos que se dirigissem voluntária e individualmente até ao computador e tentassem obter a secção produzida no cubo, ficando o resto da turma a observar no painel de projeção os passos que o colega executava para tentar obter a secção. De referir que o jogo contém um contador de cliques</p>

	<p>fornece assim um carácter competitivo ao jogo. Os alunos sentiram-se deste modo motivados para tentarem melhorar os resultados de cada colega até atingirem o número mínimo de cliques, o que de certa forma massajava o ego de cada vencedor. Este carácter competitivo foi realmente uma fonte motivadora para o empenho dos alunos. Assim todos os alunos observavam o que cada colega fazia e tentavam melhorar minimizando o número de cliques, surgiu deste modo a idealização de algumas estratégias para a obtenção da secção tais como: Um plano que passa por dois pontos da mesma face, determina nela um segmento de reta que vai de aresta a aresta, e que se tivermos razões para pensar que o plano intersecta faces paralelas, então são determinados dois segmentos paralelos, um em cada uma das faces paralelas. E assim terminou a primeira aula.</p> <p>Para a segunda aula foi elaborada uma ficha de trabalho para os alunos construírem nela as secções em cada cubo tendo em conta os três pontos não colineares representados. Foi utilizada a ajuda da régua e do esquadro para traçarem as respetivas paralelas. O manuseamento da régua e esquadro para traçarem paralelas é uma competência que os alunos supostamente já a adquiriram em outros anos não só em matemática, mas também em Educação Visual e Educação Tecnológica. O computador foi mantido na aula para que os alunos que quisessem tentar aperfeiçoar os desempenhos anteriores no jogo das secções o pudessem fazer, ou para simplesmente recordarem visualmente as regras de construção da secção. Nesta aula os alunos puderam aplicar os princípios aprendidos e apreendidos na aula anterior, consolidando-os".</p> <p style="text-align: right;">Descrição genérica</p>
DD_B10	<p>"Depois de algumas contrariedades, no que concerne às salas e equipamentos informáticos, foi possível requisitar uma sala com seis computadores portáteis, que com a ajuda do meu, permitiu que os alunos se organizassem maioritariamente em grupos de quatro. Perdeu-se algum tempo na organização da sala, dos grupos e distribuição do material, porém os alunos mostraram-se interessados, participativos e motivados. As aulas centraram-se inteiramente na descoberta de novos conhecimentos pelos próprios alunos com a ajuda da aplicação fornecida e em todas as turmas o trabalho decorreu como planificado. Foi estimulante constatar a reação dos alunos, que se esforçaram por corresponder à solicitação de trabalharem de forma independente, cooperando com os seus pares. Tal como previsto, alguns alunos mostraram alguma tendência para se tornarem passivos, uma vez que os grupos tinham alguma dimensão. Similarmente, como antecipado, registou-se alguma agitação e por vezes distração, própria do trabalho em grupo, mas potenciada pelo entusiasmo manifestado pelos alunos. Contudo, no geral, os alunos mostraram-se empenhados e motivados, revelando ainda iniciativa ao ajudar os colegas de outros grupos, sempre que se apercebiam que estes não estavam a atingir os objetivos de forma adequada".</p> <p style="text-align: right;">Descrição genérica</p>
DD_B11	<p>"Quando os alunos chegaram à aula já tinham a sala disposta em "ilhas". Ligaram os computadores e foi entregue a todos os elementos do grupo a ficha onde, com a ajuda do CD interativo, iriam realizar as tarefas propostas. No início da ficha estavam as instruções para trabalharem com o CD e todas as tarefas propostas dentro daquele subtema abordado.(...)</p> <p>Foi distribuída uma ficha de trabalho a cada aluno onde registaram as informações/conclusões que lhes eram prestadas pelo CD. Em seguida, e a pares, fizeram exercícios de aplicação da fórmula. A maioria dos alunos revelou dificuldades no 3º exercício. Aconselhei que lessem a nota que estava a seguir ao exercício, mas ainda assim, vários alunos não perceberam. Então sugeri que reduzissem a denominador 12 os ângulos de amplitudes $\frac{\pi}{4}, \frac{\pi}{3}, \frac{\pi}{6}$, e escrevessem os ângulos $\frac{5\pi}{12}, \frac{7\pi}{12}$ pretendidos como "soma ou diferença" dos ângulos dos quais conhecem os valores exatos das suas razões trigonométricas. Após esta explicação quase todos os alunos perceberam o que se pretendia. A correção desta ficha foi feita durante a aula e foi terminada na aula seguinte. Todos os exercícios foram resolvidos no quadro por alunos que se oferecem para o fazer ou por alunos que sentem mais dificuldade na sua resolução. (...)</p> <p>Em relação à terceira aula, elaborei uma ficha individual de avaliação, onde apreeci o desempenho dos alunos no que respeita à utilização e aquisição dos conhecimentos adquiridos com a experiência pedagógica, relativamente à aplicação do novo conceito (expressão do produto escalar nas coordenadas dos vetores em referencial ortonormado no plano) como nova forma de definir conjuntos, já conhecidos pelos alunos: mediatriz de um segmento, circunferência e reta tangente a uma circunferência num ponto dado.</p> <p>Os resultados obtidos foram os seguintes:</p> <p>Questão 1.1. 90% de sucesso; Questão 1.2. 5% de sucesso; Questão 1.3. 75% de sucesso.</p> <p>Pela leitura dos resultados obtidos posso constatar que relativamente às questões 1.1. e 1.3. os alunos obtiveram um bom desempenho. Em relação à questão 1.2. o fraco desempenho deve-se ao facto de não ter sido dado o diâmetro da circunferência, mas sim um raio".</p> <p style="text-align: right;">Descrição genérica</p>
DD_B12	<p>"Iniciou-se a aula, com o jogo apresentado no CD, o qual simula um concurso televisivo onde é lançado um disco de uma posição inicial (linha zero) que vai atingir cada uma das posições A, B, C, D, E e F. Distribuída a Actividade1 aos alunos, foi solicitado a alguns destes que fossem ao quadro interativo jogar, observando o percurso do disco.</p> <p>Colocámos a Actividade1 no Quadro Interativo e os alunos procederam à sua realização com alguma facilidade.</p> <p>A atividade anterior serviu para motivar o aparecimento do Triângulo de Pascal. Em consequência, foi distribuída a Actividade2 aos alunos e colocada no quadro interativo, tendo estes tomado contacto com a simbologia usada. Esta atividade serviu para os alunos deduzirem as propriedades do Triângulo de Pascal.</p> <p>A Atividade3, baseada num jogo, teve como objetivo fazer uma revisão do Conceito Frequencista de Probabilidade. Assim, os alunos foram ao quadro interativo, simulando um número elevado de jogadas e observando, no gráfico, a frequência relativa acumulada para cada um dos acontecimentos A, B e C.</p> <p>Esta atividade foi importante para clarificar o conceito frequencista, levando mesmo os alunos a questionar o pouco rigor desta definição, uma vez que ela não refere qual o número de experiências que se deve considerar significativo.</p> <p>Com toda a segurança podemos afirmar que esta aula resultou mais alegre e criativa, com os alunos</p>

	<p>motivados, empenhados e interessados nas tarefas levadas a cabo. Podemos também assegurar que, com elevado grau de probabilidade, os alunos adquiriram os conceitos e propriedades desenvolvidas na aula, interiorizando-os de uma forma mais eficaz do que se estes fossem apresentados de modo mais tradicional".</p> <p style="text-align: right;">Descrição genérica</p>
Oficina de formação C	
DD_C1	<p>Apresenta produções dos alunos. Reflete sobre o currículo prescrito.</p> <p style="text-align: right;">Reflete sobre o currículo prescrito e apresenta produções dos alunos</p>
DD_C2	<p>"Dei início à aula com a apresentação dos primeiros três diapositivos do powerpoint que, partindo da analogia entre uma equação e a representação da balança em equilíbrio, permitiu recordar os conteúdos aprendidos na aula anterior, isto é, noções básicas, membros, termos, incógnita e determinação intuitiva da solução. Os alunos estiveram atentos.</p> <p>Seguidamente reforcei nos alunos o conceito de que uma equação é sempre uma tradução matemática de um problema do qual se pretende conhecer a resposta (que será deduzida da solução da equação) e que por vezes a solução não é facilmente encontrada intuitivamente.</p> <p>Neste sentido apresentei o applet e referi que o objetivo:</p> <ul style="list-style-type: none"> • numa 1ª fase seria traduzir a equação proposta pela balança em equilíbrio, ou seja teriam de fazer o caminho inverso, colocar os termos do 1º membro num dos pratos da balança e os do 2º membro no outro. Fui questionando os alunos para obter o equilíbrio na balança, alguns sentiram dificuldades: por exemplo, traduziam $2x$ em dois blocos de 1 e um bloco de x. Foi interessante a sua reação ao constatarem o erro quando os confrontei com a questão: Quanto é $x+x$?) • numa 2ª fase seria resolver a equação e como tal teríamos de reduzir os termos de forma a isolar a incógnita num dos membros e o termo independente no outro. Após algumas experimentações a maioria dos alunos já não mostrava dificuldade em reconhecer que era necessário utilizar o simétrico/inverso do termo a eliminar/reduzir. Reforcei que as equações que iam aparecendo registadas eram todas equivalentes. <p>Como os alunos já se sentiam confortáveis, expliquei que, em grupo, deveriam resolver 2 equações propostas pelo applet e registar no caderno diário todos os passos que conduziram às respetivas soluções.</p> <p>Enquanto os alunos iam desenvolvendo a tarefa fui-lhes esclarecendo as dúvidas prestando-lhe o auxílio necessário.</p> <p>Quando todos os grupos concluíram a tarefa solicitei a cada grupo que registasse no quadro a respetiva resolução.</p> <p>Procedeu-se à análise de cada passo da resolução de cada uma das equações por forma a objetivar os princípios de equivalência utilizados e que permitiram a resolução das equações. Foi introduzido o símbolo de equivalência.</p> <p>Para clarificar os conceitos e para que os alunos pudessem apreender eficazmente a informação, através do powerpoint e da exploração dos exemplos propostos fui solicitando a colaboração dos alunos, pondo-lhes questões que os encaminhassem no sentido das diferentes conclusões; solicitei aos alunos o registo nos respetivos cadernos diários dos princípios de equivalência, da multiplicação e da adição, bem como das regras que foram deduzidas. Depois os alunos resolveram individualmente três exemplos propostos.</p> <p>Alguns alunos ainda revelaram alguma dificuldade, que esclareci, mas a maioria assimilou os princípios e aplicou convenientemente as regras que permitiram a resolução de equações.</p> <p>Em seguida propus que novamente em grupo os alunos acessem à animação, Equações Equivalentes e elaborassem a tarefa proposta. Os alunos resolveram parte da tarefa que irão concluir em casa.</p> <p style="text-align: right;">Descrição genérica</p>
DD_C3	<p>Descrevem a aula e apresentam produções dos alunos, com identificação dos objetivos que estavam em jogo.</p> <p style="text-align: right;">Apresenta produções dos alunos</p>
DD_C4	<p>Descreve a aula e apresenta produções dos alunos.</p> <p style="text-align: right;">Apresenta produções dos alunos</p>
DD_C5	<p>"Relativamente à segunda aula [...] concluo que as aplicações interativas não atingiram os resultados desejados no processo de aprendizagem verificando-se, em alguns momentos, sérias contrariedades para a aprendizagem dos conteúdos mas sobretudo para a concentração dos alunos. Do meu ponto de vista a aplicação do manual (...) deveria ser mais completa e apresentar, na construção da ampliação, todo o processo, recorrendo ao uso do compasso e ser apresentada, possivelmente, num ritmo mais lento de forma a se poder acompanhar. Esta é também, a meu ver, uma das falhas da aplicação da plataforma sobre o método da homotetia. Outro aspeto menos positivo da plataforma resume-se ao facto de só existir uma aplicação interativa relativa a este conteúdo. Deveriam realizar um processo de aprendizagem crescente de ampliação/redução de figuras, isto porque em primeiro lugar utilizam uma figura de cinco lados e para complicar a interpretação utilizam uma razão de semelhança ($r=4/3$) que não me parece adequada tendo em conta o ano de escolaridade a que se destina o exercício. Considero ainda que, ao contrário da explicação do processo que é feita de forma clara, quando passam para a divisão de um segmento em partes iguais a construção é apresentada demasiado rápido e piorando a situação repetem todo o processo para cada um dos vértices quando poderiam realizar para o primeiro vértice e posteriormente realizar paralelas para os restantes vértices. Após os resultados atingidos com esta experiência pedagógica poderei concluir que não se trata de uma aplicação adequada para por em prática na prática corrente das aulas, mas como conclusão e apêndice das mesmas. Mais razão faz quando o novo programa do 3º ciclo no ensino da Matemática não faz qualquer referência à construção de figuras semelhantes com $r=4/3$".</p> <p style="text-align: right;">Reflete sobre o artefacto tecnológico</p>
DD_C6	<p>"Pelos resultados obtidos, penso que o guião está bem conseguido pois os alunos têm facilidade em executá-lo e chegarem aos resultados pretendidos. Mesmo assim, caso volte a utilizar este guião, tenciono melhorar os seguintes aspetos:</p>

	<ul style="list-style-type: none"> No exercício 1, alínea 4, onde se lê “Constrói uma figura semelhante a esta, em que todas as medidas correspondentes devem ter um terço do tamanho das da Figura 2”, alteraria para “Constrói uma figura semelhante a esta, em que todas as medidas correspondentes devem ter um quarto do tamanho das da Figura 2” para que depois o quociente fosse dar uma dízima finita. Na terceira coluna das tabelas existentes no exercício 2, onde está escrito “Quociente entre as medidas dos comprimentos correspondentes das duas figuras” substituiria por “Quociente entre as medidas dos comprimentos da figura resultante e as medidas dos comprimentos da figura inicial”. <p style="text-align: right;">Reflete sobre o artefacto produzido</p>
DD_C7	<p>De salientar que o meu papel como professora foi de extrema importância para manter os alunos motivados bem como para mostrar a quem errou alguma questão onde e porquê é que errou. Nas atividades descritas que envolviam torneio entre alunos do mesmo grupo foi dada a oportunidade de experimentar o jogo uma vez antes do torneio real. Foi agradável verificar o entusiasmo e empenho de grande maioria dos alunos, mesmo os mais fracos ou aqueles que nas aulas pouco participam.</p> <p>No jogo “Equaciómetro II” permiti que os alunos utilizassem máquina de calcular, uma vez que o tempo disponível para responder era de apenas 15 segundos no primeiro nível e o objetivo deste jogo era a compreensão dos princípios básicos de resolução de uma equação e não a rapidez de cálculo. Optei por fazer dois torneios, um no nível iniciado outro no avançado, deste modo os alunos teriam oportunidade de explorar todas as potencialidades do jogo, contudo verificou-se que no nível avançado o tempo disponibilizado para a resolução de cada equação era muito curto, mesmo utilizando máquina de calcular, pelo que os resultados do jogo não foram os desejados. (...)</p> <p>Constatei que a não resolução da equação por parte dos alunos se devia mais ao tempo disponível para responder do que pela dificuldade de executar o exercício, mas isso é uma limitação do próprio jogo, não podendo ser contornada.</p> <p>Gostaria de chamar a atenção para o facto de durante a aplicação dos jogos, nomeadamente o jogo “Equaciómetro II”, ter verificado uma melhoria significativa na velocidade de raciocínio, na rapidez de decisão e na segurança na resposta de grande parte dos alunos. As respostas dadas não eram fonte do acaso mas fonte de cálculo e raciocínio, demonstrando também deste modo a aquisição das competências inerentes ao conteúdo programático em causa.</p> <p>O papel do professor neste tipo de aulas é de extrema importância pois é ele quem vai orientar a aula de modo que os objetivos, a que se propôs atingir com a apresentação do jogo, sejam atingidos, estes devem concentrar-se em aumentar a motivação para a aprendizagem, desenvolver a autoconfiança, organização, concentração, atenção, e raciocínio lógico-dedutivo.</p> <p>Os materiais elaborados para esta ação de formação são exequíveis para anos futuros, aplicados nos mesmos moldes, ou seja em formato de torneio, contornando assim os poucos exemplares disponíveis e a eventual falta de computadores e como complemento da matéria lecionada, nunca como introdução”.</p> <p style="text-align: right;">Reflete sobre o papel do professor e reflete sobre o artefacto produzido</p>
DD_C8	<p>“A ficha nº1, que é uma adaptação dos materiais disponibilizados pela DGIDC para os NPMEB, originou no início, alguma confusão porque na primeira questão era solicitado que os alunos construíssem um triângulo retângulo e supôs que os alunos tinham conhecimentos matemáticos para realizar esta atividade, mas a maioria não conseguiu realizar a 1ª questão autonomamente, tive que interromper a resolução da atividade, para que em grande grupo pudéssemos discutir a forma como se constrói um triângulo retângulo, em que arrastando um dos vértices do triângulo (alterando os comprimentos dos lados), não alterava os ângulos.</p> <p>Alguns alunos recordaram os trabalhos realizados no ano anterior, na construção de quadriláteros, com a utilização do <i>Geogebra</i>, e explicaram com o meu auxílio, a forma de construir triângulos retângulos usando a ferramenta “retas perpendiculares” e “ponto de intersecção de duas retas”.(...)</p> <p>A partir deste momento os alunos resolveram o resto da atividade com facilidade. Porém, foi na questão 7, que eles tiveram alguma dificuldade e solicitaram a minha ajuda, porque consideraram que os trabalhos que estavam a realizar, estava incorreto. Inicialmente alguns grupos partiram do princípio, que a relação existente entre o lado maior de um triângulo e os outros dois lados, se mantinha para os triângulos não retângulos.</p> <p>Noutros grupos, persistiu a teimosia/persistência por parte de alguns elementos, em querer construir vários triângulos, para ver se descobriam um em que esta relação se verificasse. Eu apenas limitei-me a dizer-lhes que experimentassem em mais alguns triângulos, que registassem o que observavam e que em grande grupo iríamos tirar conclusões.</p> <p>Após finalizar as atividades propostas, houve uma discussão em grande grupo, onde foram analisadas todas as questões da ficha, e os alunos colocaram questões que foram respondidas por mim e pelos colegas.</p> <p>Em seguida apresentei outra forma de demonstrar o Teorema de Pitágoras, utilizando assim um “puzzle” (material manipulável), em que retirando as peças que constituem os dois quadrados mais pequenos, estas encaixam a área do quadrado construído sobre a hipotenusa.</p> <p>Por fim passei o PowerPoint com as conclusões e que os alunos registaram no caderno.</p> <p>Na 2ª aula foi utilizado o CD-ROM, que foi uma novidade para os alunos que não conheciam este tipo de material, e embora fosse mais expositiva e semelhante ao que eu poderia fazer para explicar no quadro a aplicação do Teorema, foi contudo diferente, porque o facto de ter animação, de ouvirem outra voz que não a do professor a explicar um conteúdo que eles tinham de acompanhar para preencher a ficha, foi outra estratégia que ainda não tinha utilizado.</p> <p>Os alunos gostaram destas aulas e da investigação que realizaram sobre o Teorema de Pitágoras”.</p> <p style="text-align: right;">Reflete sobre o papel do professor</p>
DD_C9	<p>“O balanço da aplicação desta atividade foi francamente positivo. O software utilizado é de fácil utilização e os alunos tiveram tempo para realizar mais experiências do que aquelas que foram indicadas na ficha de trabalho. Alguns grupos tiveram ainda tempo para explorar o software ao nível das simetrias e das rotações e perguntaram o que representavam os valores pedidos para essas aplicações”.</p> <p style="text-align: right;">Descrição genérica</p>

DD_C10	<p>“Foram observadas vantagens na utilização do CD-ROM na aprendizagem dos alunos, quando a apresentação de conceitos necessita de um suporte visual. No entanto, os conteúdos do CD revelaram-se insuficiente sempre que foi preciso aplicar esses conceitos, uma vez que os alunos não conseguiram resolver os exercícios, quer do CD, quer do manual, sem o meu apoio. Uma só visualização do CD revelou-se claramente escassa na obtenção de qualquer tipo de aprendizagem.</p> <p>O facto de não estarem habituados a trabalhar com este tipo de ferramenta pode ter influenciado os resultados desta análise, nomeadamente a falta de autonomia dos alunos. Observei, nestas e em outras aulas, que sempre que os alunos realizam trabalho autónomo recorrem constantemente aos professores para esclarecerem dúvidas ou para confirmarem se a sua aprendizagem foi a mais correta, independentemente da tarefa que lhes é pedida”.</p> <p style="text-align: right;">Reflete sobre o artefacto tecnológico</p>
DD_C11	<p>“Os alunos exprimiram oralmente as suas ideias e as suas dúvidas cabendo-me a mim a exposição dos conteúdos, a colocação de questões e a proposta de tarefas que promovessem a sua aprendizagem. Resolvemos em conjunto uma ficha de trabalho para aplicação e aquisição dos conhecimentos adquiridos que recolhi no final da aula para retirar algumas informações nomeadamente no que diz respeito à concretização das tarefas em sala de aula.</p> <p>Todos os materiais apresentados foram colocados na página do Moodle do Agrupamento. No final desta aula os alunos realizaram com sucesso a questão aula.</p> <p>O tema da Geometria foi abordado recorrendo a uma variedade de recursos tecnológicos. A avaliação feita pelos alunos do trabalho desenvolvido foi um facto encorajador para mim, uma vez que referiram ter recordado e aprendido conceitos e conteúdos de uma forma mais apelativa e motivadora”.</p> <p style="text-align: right;">Descrição genérica</p>
DD_C12	<p>“Ao longo de todo o ano letivo foi minha prática corrente a introdução das matérias com recurso a dispositivos em PowerPoint ou outros softwares como o Geogebra, o Excel, ou pequenas applets, pelo que os alunos estão já familiarizados com esta tipologia de aulas: sabem que devem estar atentos de modo a acompanhar e participar na discussão em grupo turma, e depois da aula recorrem à plataforma Moodle de modo a imprimirem os diapositivos de apoio visualizados na aula.</p> <p>Sobre esta primeira aula deixo um comentário particular a um dos vídeos: o que diz respeito ao volume da esfera. Esta animação, que ilustra o modo como Arquimedes terá determinado o volume da esfera, tornou-se bastante útil na compreensão da fórmula usada atualmente; a pedido dos alunos, e de modo a não restar qualquer dúvida, o vídeo foi visualizado duas vezes, recorrendo à pausa para comentar cada passo, permitindo a compreensão do conteúdo em estudo.</p> <p>Sobre as restantes aulas dedicadas ao volume e às áreas dos sólidos, estas decorreram conforme previsto, sem qualquer acontecimento digno de nota.</p> <p>Na segunda parte da unidade, relativa aos critérios de perpendicularidade e paralelismo entre planos e entre retas e plano tive uma surpresa agradável. Na verdade, a ideia que tenho deste conteúdo programático está relacionada com a não compreensão dos alunos, com a sua insensibilidade para esta questão subtil da existência de critérios para algo que, de acordo com eles, “estamos mesmo a ver que são paralelos/perpendiculares”. Porém, mediante a apresentação das animações, foi possível verificar que os alunos retiveram mais informação do que o usual, ficando, por exemplo, o paralelismo entre reta e plano associado ao estendal, ou a perpendicularidade entre planos com o exemplo do muro e do fio-de-prumo, o que ajudou na memorização e compreensão dos enunciados dos critérios”.</p> <p style="text-align: right;">Reflete sobre o artefacto tecnológico</p>
DD_C13	<p>“Os materiais didáticos apresentados aos alunos enriqueceram a aula lecionada. Os alunos participaram e colaboraram bastante bem, não foram feitos ajustamentos à aula”.</p> <p style="text-align: right;">Descrição genérica</p>
DD_C14	<p>“Considero que a exploração das atividades/exemplos escolhidos para estas duas aulas são enriquecedoras, realçando a importância e contributo da Matemática nas situações com que os alunos se deparam no dia-a-dia, como por exemplo a escolha de um tarifário para o telemóvel.</p> <p>Pelo feedback que fui obtendo durante as aulas, creio que os alunos sentiram maior dificuldade na segunda aula, na interpretação das tabelas e esquema relativos ao tarifário da eletricidade. O facto de utilizar o manual em formato digital, projetando-o no quadro, facilitou a explicação das tabelas perante uma plateia que normalmente tem dificuldades em acompanhar o professor que “lê” o manual.</p> <p>Relativamente ao teste interativo, os alunos perceberam que, após finalizado, poderiam aceder às respostas corretas, o que fez que alguns fizessem “batota” e se limitassem a responder aleatoriamente. Como é evidente, pedi que efetuassem os cálculos no caderno diário e confirmassem assim as respostas. Na sua maioria, os alunos demonstraram interesse na realização do teste, uma vez que tinham feedback imediato e pelo facto de ser no computador, o que para eles é algo pouco habitual em sala de aula”.</p> <p style="text-align: right;">Reflete sobre o artefacto tecnológico</p>
DD_C15	<p>Descrevem a aula e apresentam algumas produções dos alunos.</p> <p style="text-align: right;">Apresenta produções dos alunos</p>